1837
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Digitized by Google

QC
5
.F529
V.8

Digitized by Google

Digitized by Google

Phyſikaliſches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter

ſo wohl

nach atomiſtiſcher als auch nach dynamiſcher Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge

in

alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Carl Fiſcher

Königl. ordentl. Profeſſor der Mathematik und Aſtronomie zu Greifswald und verſchiedener gelehrten Geſellſchaften Ehrenmitgliede.

Achter Theil

als

zweyter Supplement-Band. Von A bis Farb.

Mit drey Kupfertafeln in Quart.

Göttingen, 1823.

In der Dieterichſchen Buchhandlung.

Digitized by Google

Digitized by Google

Library com.
Perella
5-22-29
97199

Vorrede.

Es ſind ſeit der Erſcheinung des erſten Supplementbandes dieſes Wörterbuchs ſo viele neue Entdeckungen und Erfindungen in dem Gebiete der Phyſik gemacht worden, daß ich es für nöthig halte, auch dieſe den Freunden dieſer Wiſſenſchaft in der alphabetiſchen Form mitzutheilen. Sie liegen in ſo manchen ſchätzbaren Zeitſchriften, welche den Naturwiſſenſchaften überhaupt gewidmet ſind, und in andern größern und kleinern Werken, ſo ſehr zerſtreuet, daß ſie für den größten Theil der Liebhaber der Natur gleichſam vergraben ſind, und gleichwohl für ihn vom höchſten Intereſſe ſeyn müſſen. Ich hoffe daher, demſelben durch dieſe Sammlung von dem Wiſſenswürdigſten derſelben in der angeführten Form, eine nicht ganz unwillkommene Arbeit geliefert zu haben. Die Anſichten der neuern Phyſiker und Chemiker über die Grundurſachen der natürlichen Erſcheinungen unterſcheiden ſich von den ältern darinn, daß ſie dieſelben in den Kräften der in einander wirkenden Materien ſuchen, und es nähern ſich daher in dieſer Hinſicht ſelbſt diejenigen, welche den kleinſten materiellen Theilchen noch eigene Grundformen beylegen, mithin dem atomiſtiſchen Syſtem zugethan ſind, dem Dynamiker. Ohne Zweifel wird es auch kein einziger verkennen, daß aus dieſer Quelle die vorzüglichſten und wichtigſten Entdeckungen und Fortſchritte hervorgegangen ſind. Mit vollem Rechte haben ſich die gründlichen Phyſiker von den neuern naturphiloſophiſchen An-

Digitized by Google

ſichten zurückgezogen; allein ſie ſind, meiner Meynung nach aus Gründen, die hier anzuführen zu weitläuftig ſeyn würde, wieder zu weit gegangen, und alle blos rationale Unterſuchungen, auf welche ſich doch zuletzt alle Naturerſcheinungen gründen müſſen, aus der Naturlehre zu verdrängen geſucht. Es dünkt mich, daß hier der weiſe Spruch des Apoſtels Paulus am rechten Orte ſtünde: prüfet alles, und das Gute behaltet. Aber leider! haben mehrere neuere Critiker die Dreiſtigkeit, mit der gröbſten Inconſequenz alles zu tadeln, was nicht ihrer Meynung iſt, und ein ehrliebender Mann wird ſchüchtern, unverholen dasjenige zu ſagen, was ihm vernünftig zu ſeyn ſcheinet. Gründlicher und humaner Tadel kann und wird niemanden beleidigen, und eben dadurch gewinnt die Wiſſenſchaft. Einen ſolchen ähnlichen hämiſchen Ausfall auf meine erſten Theile dieſes Wörterbuchs hat neulich der Herr Referent über Neumann's Lehrbuch der Phyſik im Hermes vom Jahr 1821. 2tes Stück p. 180 gethan. Ich erwiedere dagegen aus Gründen, die ich bereits in der Vorrede des Regiſterbandes geſagt habe, nichts, ſondern bringe nur die ebenfalls daſelbſt angeführte Regel des weiſen Sirach in Erinnerung, daß, mit einem Narren hadern, nur Oehl ins Feuer gießen, heißt. Uebrigens werden die Freunde der Naturwiſſenſchaften unter den dazu gehörenden Artikeln ſehr bald erkennen, was für Anſichten ich von den Grundurſachen aller natürlichen Erſcheinungen habe, welchen ich mich beſonders empfehle.

D. J. C. Fiſcher.

Digitized by Google

A

Abſtoßen, Zurückſtoßen, Repulſion (Zuſatz zu dem Artikel Abſtoßen Th. VI.). Mehrere neuere Phyſiker haben gegen die in dieſem Artikel dargeſtellte Kant'ſchen metaphyſiſche Sätze und die daraus gezogene Schlüſſe Zweifel erhoben, und manche ſogar als ſich widerſprechend und daher als völlig grundlos angeführet. Leider! ſind freylich die neuern ſo genannten Naturphiloſophen in ein Labyrinth gerathen, aus welchem man ſich ſchwer wieder herausfinden kann, und die wahren Phyſiker haben ihre exaltirte Ideen mit Recht als ein Spielwerk einer begeiſterten Phantaſie betrachtet und ſich *nicht* dadurch von dem ſicherern Wege der Erfahrung ableiten laſſen, wodurch ſie die Naturlehre mit manchen neuen und ſehr wichtigen Thatſachen bereichert haben. Indeſſen iſt es aber doch auf der andern Seite auch gewiß, daß dieſe Phyſiker, ohne Zweifel durch die mißlungenen Verſuche der Naturphiloſophen, die ganze Natur d. i. die ganze Außenwelt aus dem Identitätsſyſtem darzuſtellen, verleitet, die Gründe, welche Kant von der Möglichkeit der Erfahrung überhaupt aufgeſtellet hat, gänzlich vernachläſſiget, und ſie für eben ſo grundlos, als jene der Naturphiloſophen gehalten haben. Daß die Naturlehre einen reinen Theil vorausſetze, auf welchem ſich *alle* Erſcheinungen in der Natur gründen, iſt wohl gewiß, ja die mathematiſchen Naturlehrer haben ihn beſtändig gebrauchen müſſen, ob ſie ſich gleich feyerlich dagegen erkläret haben. Es iſt daher, meiner Einſicht nach, eine Sache von Wichtigkeit, näher und unbefangen zu prüfen, ob wirklich die Kant'ſchen Darſtellungen über die Möglichkeit einer reinen Naturlehre ſich

Digitized by Google

widerſprechen und daher als grundlos zu halten ſind
Da ſie aber die Zergliederung des Begriffs der Materi
überhaupt betreffen, und folglich mit dem Weſen derſel
ben in Verbindung ſind, ſo laſſen ſie ſich am ſicherſte
und einleuchtendſten unter dem Artikel **Grundkräfte** ge
hörig entwickeln. Zuvor kann man auch den Artikel
Anſchauung, gehörig durchleſen.

Abweichung der Magnetnadel (Zuſ. zu S. 29
B. I.). Herr **Prony** *) hat einen Abweichungscompa
angegeben, welcher vorzüglich geſchickt iſt, die Abwe
chung der Magnetnadel, die Variation derſelben mit mög
lichſter Genauigkeit zu meſſen. Die weſentliche Einrich
tung deſſelben iſt folgende: In einem hölzernen Gehäuſ
aus welchem ſich eine oder zwey Seitenwände heraus
nehmen laſſen, hängt an einem ſeidenen Faden ein vie
eckter Magnetſtab mit einem daran befeſtigten Fernrohr
letzteres beſteht aus zwey Stücken, wovon das eine da
Okular, und das andere das Objektivglas enthält. D
Magnetſtab und das Fernrohr ſind ſo mit einander ve
bunden, daß während der Beobachtung beyde in B
ziehung gegen einander unbeweglich ſind. Ueberdem laſſ
ſich auch beyde um eine Axe drehen, welche mit der op
ſchen Axe des Fernrohrs parallel iſt. Gleich unmitte
bar unter dem Fernrohre befindet ſich ein hölzern
Stäbchen, welches durch den ſeidenen Faden mit de
Magnetſtabe und dem Fernrohre in horizontaler Ri
tung gehalten wird. Nicht weit von den Enden dieſ
hölzernen Stäbchens können auf ſelbigem mittelſt Hi
ſen ein Paar daran befeſtigte Schwimmer von Ko
hin und her geſchoben, und dann mittelſt Schrauben f
geſtellet werden. Beyde Schwimmer ſind in darun
ſtehenden Gefäßen mit Waſſer eingetaucht. Sie hab
einen dreyfachen Nutzen; einmal die Schwingungen d
Magnetſtabes, wenn er ſich außerhalb des magnetiſch
Meridians befindet, abzukürzen; zweytens, das Mom

*) Journal de phyſique. Tom. XLIV. Juin 1794. p. 474.

Digitized by Google

des Widerſtandes der Flüſſigkeit in Beziehung auf die Axe der Aufhängung nach Willkühr durch Verſchiebung der Hülſen zu verändern; und drittens die Geſichtslinie des Fernrohres etwas zu erhöhen oder zu erniedrigen, um ſie in eine gegebene Horizontallinie zu bringen. Das letztere wird am beſten dadurch bewirket, daß man die Korke weiter auf- oder abſchraubt, ſo daß ſie mehr oder weniger ins Waſſer eintauchen, wodurch die Höhe des Endes des Fernrohres, an welchem ſie ſich befinden, verändert wird.

Das hölzerne Gehäuſe iſt auf beyden Seiten mit zwey Fenſtern verſehen, welche ſich vor den beyden Enden des Fernrohres befinden, damit man durch das Fernrohr ſehen könne, wenn das Ganze aufgeſtellet iſt. Wenigſtens eines dieſer Fenſter, das vor dem Okular, muß mit einem dünnen und recht durchſichtigen Glaſe verſehen ſeyn, damit man das Auge daran legen könne, ohne dem Magnetſtabe die geringſte Bewegung mitzutheilen.

Beym Verſuche kam bey ſehr ſtarkem Winde in dieſem Zuſtande die Luft ins Gehäuſe, und brachte nicht allein den aufgehängten Magnetſtab mit dem Fernrohre, ſondern auch mannichmal das Gehäuſe ſelbſt in eine kleine Bewegung, welche das Fernrohr verhinderte, einen feſten Stand anzunehmen. Dieſem Uebel wurde durch ein zweytes Gehäuſe völlig abgeholfen, welches das erſte umſchloß, ohne es irgendwo zu berühren, und zwey mit Glas verſehene Fenſter hatte, die ſich gerade vor den Fenſtern im erſtern Gehäuſe befanden, welche beyde letztere alsdenn ohne Glas blieben. — Das vordere Glas war ſo geſtellt, daß ſich das Auge dem Okulare bis auf die zum Sehen nöthige Entfernung nähern ließ. Auf ſolche Art konnten nun die Schwimmer ſammt den Gefäßen mit Waſſer weggenommen werden, und das Ganze ward viel einfacher und genauer. Die Glasſcheibe vor dem Objektive verminderte zwar ein wenig die Helligkeit, hinderte aber auf keine merkliche

A 2

Weiſe die Schäzung der Collimation auf den Eintheilungen, die in einer Entfernung von 200 Toiſen aufgetragen waren. Das Objektiv hatte ungefähr 20 Zoll Brennweite und 7 bis 8 Linien Oeffnung.

Die Beobachtung, die mit dieſem Inſtrumente angeſtellet wird, geſchiehet auf folgende Art: an einem von Gebäuden ſo weit entfernten Orte, daß das Eiſenwerk derſelben den Magnetſtab nicht aus ſeiner Lage bringen kann, ſtellt man das Inſtrument auf einen hölzernen Pfoſten, oder auf ein Poſtament von Mauerwerk, welche ſo hoch ſind, daß das Auge des Beobachters mit Bequemlichkeit vor das Fenſter gebracht werden kann. Auf dieſes Poſtament wird ein kreisförmiges gut gearbeitetes Brett, im Durchmeſſer von der Länge des Gehäuſes, mit einem kreisförmigen Loche in der Mitte verſehen, befeſtiget. In dieſes Loch paßt genau und gedrängt ein am Boden des Gehäuſes in der Mitte befeſtigter kleiner Cylinder gleichſam als Zapfen. Dieſes Brett muß beſtändig eine ſolche horizontale Lage haben, daß der Aufhängsfaden gehörig verlängert durch die Axe des kleinen Cylinders hindurchgehet. Alsdenn läßt ſich vermittelſt eines Bleylothes, deſſen Faden in die Axe dieſes kleinen Cylinders gebracht wird, auf die Oberfläche des Poſtaments genau der Punkt projiciren, der in dieſer Axe und in der Verlängerung des Aufhängungsfadens liegt, und das Gehäuſe läßt ſich um dieſe Linie drehen, ohne daß die Spitze der beobachteten Winkel die Stelle verändert.

Hierauf beſtimmt man die Lage der Mittagslinie, die durch den eben erwähnten Punkt gehet, und an einer Mauer, in der größten Entfernung, welche das Lokal zuläßt, einen zweyten Punkt, der ſich ungefähr in der nämlichen Horizontallinie befindet. Durch dieſen letzten Punkt läßt man auf der Mauer eine Horizontallinie ziehen, und trägt auf ſie gleiche Theile auf, deren Angularwerth zum Maaße der jedesmaligen Abweichung der Magnetnadel dient. Iſt der Bewurf der Mauer zu ſchlecht, als daß ſich die Eintheilungen darauf gehörig

ziehen laſſen, ſo bewirkt man einen von 5 bis 6 Zoll hohen Streifen derſelben mit einer Gypslage, und zwar muß er ſich ſo weit weſtlich vom Meridiane entfernen, daß man immer noch Eintheilungen im Geſichtsfelde des Fernrohrs behält.

Wenn die Lage der Mittagslinie gehörig gefunden iſt, ſo überbauet man das Poſtament mit einer dicht verſchloſſenen Hütte, um das Inſtrument und den Beobachter gegen die Witterung zu ſchützen. In dieſer Hütte werden außer der Thür nur zwey kleine Oeffnungen, eine nach Norden, die andere nach Süden angebracht, und beyde mit Läden, die in Fugen gehen, verſchloſſen, dami man nicht mehr öffne, als unentbehrlich iſt, um das Feld des Fernrohrs frey zu machen. Hiernächſt wird nun dem Aufhängungsfaden alle Windung benommen, und die Axe des Fernrohres mit dem magnetiſchen Meridian genau parallel gemacht.

(Zuſ. zu S. 33. B. I.) Die Herren **Bouvard**, *Cotte*, **von Humboldt**, **Fleurian-Bellevue** und **Delametherie** *) haben die Abweichung der Magnetnadel zu Paris in den folgenden Jahren mit allen nur möglichen Vorſichten alſo gefunden:

Jahre	Namen der	Beobachter	Abweichung
1785	—	—	21° 35′ 18″
1786	—	—	21° 36′ 30″
1787	—	—	21° 36′ —
1792	—	—	21° 55′ —
1793	—	—	21° 54′ 30″
1794	—	—	21° 54′ 20″
1796	—	—	23° 35′ —
1798	—	—	22° 15′ 7″
1799	Caſſini	—	22° 49′ —
1800	Bouvard		22° 5′ —
1802	—	—	22° 3′ —
1803	—	—	21° 59′ —
1807	—	—	22° 25′ —

*) Journal de phyſique Tom. IV. p. 244.

Da nun die täglichen und monatlichen Veränderungen in der Abweichung bis auf 10′ ſteigen, ſo folgt aus dieſen Beobachtungen, daß die Magnetnadel ſeit mehreren Jahren im Stillſtehen zu ſeyn ſchien, indem ſonſt die Abweichung jährlich um 6 bis 8′ zunahm.

In London hat Herr Gilpin *) die Abweichung der Magnetnadel von 1786 an bis zum Jahre 1805 beobachtet, und folgende Reſultate gefunden:

Jahre	Beobachter	Abweichung
1787	Gilpin	23° 19′
1795	—	23° 57′
1802	—	24° 6′
1805	—	24° 8′

Hiernach ſcheint ebenfalls die Nadel im Stillſtehen begriffen zu ſeyn. Vorzüglich aufmerkſam war Herr Gilpin auf die Unterſchiede zwiſchen den Beobachtungen der Abweichung zur Zeit der Nachtgleichen und der Sonnenwenden. Nach dem Mittel von den ſeit 1793 bis 1805 angeſtellten Beobachtungen ſcheint die Abweichung größer oder mehr weſtlich zu werden, von der Winterſonnenwende bis zur Frühlingsnachtgleiche um 0,80′; von da bis zur Sommerſonnenwende nimmt ſie ab, oder die Nadel geht nach Oſt zurück um 1′,43; dann nimmt ſie wieder zu bis zur Herbſtnachtgleiche um 2′,43, und von da ab bis zur Winterſonnenwende vermindert ſie ſich abermals um 0′,14.

Im übrigen, ſagt Herr Gilpin, giebt es Zeiten, in welcher die Nadel mit ſich ſelbſt ſehr gut übereinſtimmt, und genau auf denſelben Punkt zurückkommt, ſo oft man ſie aus demſelben drehet. Zu andern Zeiten variirt ſie um 2 bis 3′, mannichmal ſelbſt um 8 oder 10′ und mehr. Er ſchreibt dieſe Unregelmäßigkeiten vornehmlich den Veränderungen zu, welche die Winde in der Atmosphäre bewirken. Er glaubt bemerkt zu ha-

*) Philoſ. Transact. of the Roy. ſociety of Lond. for 1806. P. II. p. 385 - 420.

Digitized by Google

ben, daß der Oſtwind die Nadel ungewiſſer mache als jeder andere, daß dagegen der Süd- oder Südweſtwind ſie fixire.

Auch fand Herr Gilpin, daß die Nadel durch ein Nordlicht ſtets bedeutend bewegt wurde. Den merkwürdigen Einfluß eines Nordlichtes auf die Veränderung einer Magnetnadel hat beſonders der Herr v. Humboldt ſehr genau zu Berlin mittelſt eines Prony'ſchen Abweichungs-Compaſſes beobachtet *). Gewöhnlich wurden des Nachts die Veränderungen in der Abweichung auf 2′ 27″ bis 3′ 0″ gefunden, während des Nordlichtes vom 30ſten Dec. 1806 ſtiegen ſie aber auf 26′ 29″, wovon in allen bisherigen Beobachtungen kein Beyſpiel aufzufinden war. Die Schwankungen der Nadel waren nicht beſonders ſtark; und was ſehr auffallend beobachtet wurde, das Nordlicht, welches in NNW ſtand, ſtieß den Nordpol der Nadel ab; denn ſtatt nach Weſten fortzuſchreiten, gieng die Nadel vielmehr nach Oſt zurück. Die Abweichung war am kleinſten um 9 Uhr 12 Minuten, ungefähr um die Zeit, als der Bogen am hellſten war; die Unregelmäßigkeiten in ihr fiengen aber ſchon um 6 Uhr an, und hörten auf um 12 Uhr. Während des Nordlichtes war die Intenſität der magnetiſchen Kraft geringer, als nachher.

(Zuſ. zu S. 37. Th. I.) Die daſelbſt angeführte Vermuthung, daß wir nämlich unſere Erde ſelbſt als einen großen Magnet betrachten können, hat ſich durch neuere Beobachtungen und Entdeckungen immer mehr beſtätiget. Bisher iſt es mit ſehr vielen Schwierigkeiten verbunden geweſen, etwas Zuverläſſiges von den magnetiſchen Erſcheinungen feſtzuſetzen, indem die genaue Einrichtung einer guten Magnetnadel noch unbekannt war. Erſt durch die Entdeckung des Herrn Coulomb, der Magnetnadel die möglichſt größte Vollkommenheit zu geben, iſt man in den Stand geſetzt worden, zuverläſſigere Erfahrungen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIX. S. 427.

Digitized by Google

an verſchiedenen Orten der Erdoberfläche zu machen, und daraus einige magnetiſche Geſetze abzuleiten, nach welchen die magnetiſchen Kräfte der Erde wirken.

Die erſten genauern Erfahrungen dieſer Art hat der Herr v. Humboldt theils in Europa und theils auf ſeiner Reiſe durch Amerika angeſtellet, welche Herr Biot mit ſeinen eigenen Beobachtungen am 17ten Dec. 1804 in der mathematiſch-phyſiſchen Claſſe des Nationalinſtituts vorgeleſen hat *). Im allgemeinen war ſchon vorher durch ein Paar aeroſtatiſche Reiſen der Herren Biot und Gay-Luſſac bekannt, daß der Magnetismus nicht allein an der ganzen Oberfläche der Erde, ſondern auch in den größten Höhen über der Erdfläche, bis zu welchen Menſchen ſich je erhoben haben, mit gar keiner Verminderung der Intenſität ſich äußert. M. ſ. den Artikel Aeroſtat.

Herr Biot bemerket ganz richtig, daß wir an der Oberfläche der Erde drey große Klaſſen magnetiſcher Erſcheinungen wahrnehmen, welche einzeln ſtudiret werden müſſen, wenn man ſich eine vollſtändige Kenntniß von der Wirkungsart des Erdmagnetismus verſchaffen will, nämlich: die Abweichung der Magnetnadel, die Neigung der Magnetnadel, und die Intenſität der magnetiſchen Kräfte. Und zwar muß eine jede Claſſe dieſer Erſcheinungen ſo wohl nach ihrer Verſchiedenheit an verſchiedenen Orten, als auch an ſich, in Hinſicht auf die Variationen, denen ſie unterworfen iſt, unterſuchet werden.

Was nun die Abweichung der Magnetnadel betrifft, ſo geſteht Herr Biot aufrichtig, daß die Urſache dieſer Erſcheinung viel mehr zuſammengeſetzt ſey, und tiefer liege, als man geglaubet habe, und daß wir bis jetzt davon ſchlechterdings nichts wüßten. In Hinſicht der Neigung der Magnetnadel ſ. m. den Artikel: Neigung der Magnetnadel.

*) Journal de phyſique Tom. LIX. p. 429-450. bearb. von Hrn. Gilbert in deſſen Annalen der Phyſik. B. XX. S. 257 u. f.

Einige Jahre darauf verſuchte der damalige Herr D. Mollweide zu Halle, jetzt Prof. der Mathematik zu Leipzig eine Theorie der Abweichung und Neigung der Magnetnadel *). Er bemerket zuförderſt, daß Hr. Biot die Beobachtungen in der Neigung der Nadel des Herrn v. Humboldt, welche er über die Veränderungen des Magnetismus der Erde in verſchiedenen Breiten gemacht habe, durch eine Formel darzuſtellen bemüht geweſen ſey. Die Hypotheſe, worauf er ſie gründe, ſey ganz der Mayer'ſchen ähnlich, und weiche nur darin von ihr ab, daß die Achſe des dirigirenden Magnets als durch den Mittelpunkt der Erde gehend angenommen, und das Centrum des Magnets in den Mittelpunkt der Erde ſelbſt geſetzt werde. Hiernach müſſen alſo die magnetiſchen Erdpole einander diametral entgegengeſetzt ſeyn, eine Vorausſetzung, welcher nach Hrn. Mollweide die Erfahrungen über die Abweichung nicht günſtig ſind. Ueberdem ſetze Biot die Totalkraft des dirigirenden Magnets nicht dem Würfel, ſondern dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional. Die Reſultate der Rechnung ſtimmten zwar ziemlich mit den Beobachtungen; allein da die Abweichung dabey ganz außer Acht gelaſſen ſey, ſo bleibe immer noch der Wunſch nach einer beyde Erſcheinungen umfaſſenden und mit den Beobachtungen übereinſtimmenden Theorie übrig. Herr Prof. Mollweide hat nun eine ſolche Theorie verſucht, und zwar in einer ſolchen Allgemeinheit, daß ſie ſowohl Euler's und Mayer's, als auch Biot's Hypotheſe unter ſich begreift. Wenn daher angenommen wird, daß die Richtung der Magnetnadel von einem in der Erde befindlichen Magnet beſtimmt werde, ſo trifft die verlängerte Axe deſſelben die Erdoberfläche in den magnetiſchen Erdpolen, und die zwiſchen ſelbigen enthaltene gerade Linie iſt die magnetiſche Axe der Erde. Nach dieſer Hypotheſe hat nun Herr Mollweide durch weit-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIX. S. 1 u. f.

Digitized by Google

läufige Rechnungen Formeln gefunden, welche ſowohl die Abweichungen, als auch die Neigungen der Magnetnadel aufs genaueſte geben müßten, wenn dieſe Hypotheſe ihre völlige Richtigkeit hätte. Allein die berechneten Reſultate weichen in vielen Fällen beträchtlich von den Beobachtungen ab. Es ſcheint daher wohl am ſicherſten zu ſeyn, lieber zu geſtehen, daß wir von der wahren Urſache der Abweichung der Magnetnadel noch nichts wiſſen. Vielleicht erhält man aus der vorjährigen Entdeckung des Herrn Profeſſor Oerſtedt in Coppenhagen über den merklichen Einfluß der galvaniſchen Electricität auf den Magnetismus noch wichtige Aufſchlüſſe über die Erſcheinung der Abweichung der Magnetnadel. M. ſ. den Artikel: Magnet. Herr Prechtel *) macht ſchon aus den bereits angeſtellten Verſuchen über den Electr.-Magnetismus den Schluß, daß man unſere Erde als eine trockene oder magnetiſche Säule betrachten müſſe, deren attractiver Effect ſich in dem Telluriſchen Magnetismus darſtelle. Wenn man unſere Erde als eine geſchloſſene Voltaiſche Säule anſehe, ſo falle, unter der Vorausſetzung der gleichen Vertheilung der electriſchen Kräfte auf ihrer Achſe, der Mittelpunkt der magnetiſchen oder electriſchen Kräfte in den Mittelpunkt der Erde, von welchem aus die Anziehung im verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen erfolge. Denn bey der geſchloſſenen Säule lägen nach ihrer Axe die entgegengeſetzten Electricitäten gleich ſtark an einander; man könne ſie daher im Mittelpunkte dieſer Axe vereint denken. Dieſe Hypotheſe der Verſetzung der magnetiſchen Kräfte in den Mittelpunkt der magnetiſchen Axe liege der Formel des Herrn Biot zum Grunde, welche die Inclinations-Beobachtungen genau darſtelle. M. ſ. Neigung der Magnetnadel. Nehme man ferner an, daß die Schichtungen der Erde, welche ihren

*) Anſichten über den Magnetismus und deſſen Ableitung aus der Electricität in Gilbert's Annalen der Phyſik und der phyſ. Chemie Jahrg. 1821. St. 1. S. 81 u. f.

Digitized by Google

electriſchen Zuſtand begründeten, nicht alle regelmäßig ſenkrecht auf die magnetiſche Axe ſeyn, wie dies in der Natur der Sache zu liegen ſcheine, ſo werde die Erde mehrere magnetiſche Axen oder Pole zeigen müſſen. Sey dieſe Unregelmäßigkeit nur gering, ſo würden die mehreren gleichnamigen Pole nicht weit von einander fallen. Da die Lage dieſer Pole nur dann unveränderlich bleiben könne, wenn die Beſchaffenheit der electriſchen Tenſion der Schichten dieſelbe bleibe, was nicht angenommen werden könne, da die heterogenen Körper oder Schichten, die ſich berühren, allmähligen Veränderungen oder Modificationen der Heterogeneität unterworfen ſeyn, wodurch ſich auch die Lage der Schichten in Bezug auf die Hauptaxe verändere; ſo müßten die verſchiedenen magnetiſchen Axen Veränderungen ihrer Lage unterworfen ſeyn, die wegen der Länge der Perioden und der Stetigkeit der Veränderungen im Innern der Erde eine gewiſſe Regelmäßigkeit gewönnen. Daher die Umlaufsperioden der Abweichung.

Es ſey daher 1. die Erde eine geſchloſſene Voltaiſche Säule, deren attractiver Effect die Erſcheinungen des Magnetismus begründe. 2. Einige Unregelmäßigkeiten der innern Schichtungen bringen mehrere magnetiſche Axen hervor, die um einen Mittelpunkt, als einer mittleren Hauptaxe, herum zu ſchwanken ſcheinen, weil jene Unregelmäßigkeit durch die immer fortgehenden Modificationen der Heterogeneität der Schichten im Innern ſelbſt veränderlich ſey. Daſſelbe würde im Kleinen ſtatt finden, wenn man eine halbtrockene Säule in Kugelform bildete. 3. Die Erdſäule ſey geſchloſſen durch die Leitung des Waſſers oder der Luft zwiſchen ihren beyden electriſchen Polen. Trete durch Umſtände eine Verminderung dieſer Leitung ein, ſo trete dieſe Erdſäule in einen angemeſſenen Zuſtand von Iſolirung, die beyden Pole vergrößerten im Verhältniſſe derſelben ihre electriſche Tenſion, und es entſtehe Ausſtrömen von Licht (das Nord- und Südlicht), bis die Schließung wieder hergeſtellet ſey. Das Nordlicht affi-

Digitized by Google

cire daher die Magnetnadel, weil auch eine geringe Iſolirung der Erdſäule den magnetiſchen Mittelpunkt verrücke, folglich das Intenſitätsgeſetz ſowohl als die Lage der Hauptaxe verändere. 4. Die Magnete ſeyn Subſtanzen, welche durch die Electricität der telluriſchen Säule in Ladungsſtand verſetzt ſeyn. Alle übrige Körper ſeyn mehr oder weniger Leiter dieſer telluriſchen Electricität. Die Magnete verhielten ſich daher ganz analog mit dem zwiſchen den Polen einer gewöhnlichen Säule electriſch geladenen Leitungsdrahte.

(Zuſ. zu S. 39. Th. I.). Ueber die tägliche Veränderung in der Abweichung der Magnetnadel hat der Herr Prof. Hällſtröm in Åbo *) mehrere Beobachtungen in der Abſicht angeſtellt, um vielleicht daraus die Urſachen von dieſer wichtigen Erſcheinung aufzufinden. Die dazu angewandte Magnetnadel war aus einer Uhrfeder gemacht, und in ihrem Schwerpunkte durch ein Menſchenhaar aufgehangen. Die Abweichung wurde durch ein Mikroſkop mit zwey Convexgläſern, das die Gegenſtände verkehrt darſtellte, beobachtet. An dieſem Mikroſkop war ein genau gearbeitetes Mikrometer von Dollad ſo angebracht, daß man mittelſt des beweglichen Fadens die Veränderungen der Abweichung genau meſſen konnte. Ueberhaupt waren hiebey ſolche Vorrichtungen getroffen, daß weder eine Drehung des Fadens, noch irgend ein Einfluß der Luftſtröme auf die Bewegung der Nadel ſtatt finden konnte. Selbſt alles Eiſen wurde ſorgfältig von der Nadel entfernet, und die Beobachtungen ſelbſt wurden im Anfange des Septembers 1803 angeſtellt. Die erſten während vier Tagen gemachten Beobachtungen gaben eine große tägliche Veränderung in der Abweichung; auch ſchienen dieſe großen Veränderungen einem ganz andern Ge-

*) Diſſ. de variationibus declinationis magneticae diurnis, praeſ. *Guſt. Gabr. Hållſtröm*, reſp. *Snellmann.* Aboae 1803. im Auszuge von Herr Droyſen zu Greifswald in Gilbert's Annalen d. Phyſ. B. XIX. S. 282. ff.

ſetze zu folgen, als von andern Beobachtern war gefunden worden. Denn am 2ten, 4ten und 5ten Sept. nahm die weſtliche Abweichung von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1, 2, oder 3 Uhr Nachmittags ab, von dieſer Zeit an aber bis 9 oder 10 Uhr Abends zu, und am 3ten Sept. wurde ſie faſt den ganzen Tag lang größer. Dieſe unerwartete Erſcheinung glaubte er näher erforſchen zu müſſen. Es wurde daher dieſelbe Nadel, nachdem ihr zuvor ſo viel magnetiſche Kraft gegeben war, als ſie faſſen konnte, ſo eingerichtet, daß ſich an ihr die Veränderung der Abweichung in doppelter Größe, als zuvor, zeigen mußte. Die hiemit angeſtellten Beobachtungen ſtimmten nun darin überein, daß die weſtliche Abweichung um 1, 2, 3 oder 4 Uhr Nachmittags am größten, am Morgen aber und am Abend am geringſten war, wie dies auch durch Beobachtungen an andern Orten iſt gefunden worden. Der Grund, warum dieſe Reſultate von den vorigen ſo bedeutend abwichen, konnte nicht aufgefunden werden. Nur dieſer einzige Unterſchied fand bey dieſen Beobachtungen ſtatt, daß nämlich die Magnetnadel am 2ten, 4ten und 5ten Sept. ſich dem Sonnenlichte ausgeſetzt befand, indeß dies an den andern Tagen der Fall nicht war. Am 3ten und 18ten Sept. war der Himmel mit Wolken bedeckt, am 20ſten Sept. und am 4ten, 5ten, 6ten, 7ten Octob. war der Himmel zwar klar, die Magnetnadel ſtand aber nicht im Sonnenlichte.

Caſſini wollte wahrgenommen haben, daß der menſchliche Körper auf die Magnetnadel durch Abſtoßung wirke. Allein Herr Hällſtröm konnte dies nicht bemerken; indeſſen war er doch geneigt zu glauben, daß die Gegenwart vieler Perſonen die weſtliche Abweichung der Magnetnadel ſchwäche. Denn oft traf es ſich, daß die Nadel dem Erdmeridiane näher kam, wenn ſich mehrere Menſchen der einen oder der andern Seite näherten. Auch vom Nordlichte wurde die weſtliche Abweichung vermindert; ob aber beſtändig, oder zufällig, ſey noch nicht ausgemacht.

In einer andern Diſſertation α) prüft Hr. Hällſtröm die Theorien über die täglichen Veränderungen der Abweichung. Herr Prevoſt β) glaubte die im Artikel angeführte Erklärung Canton's aus dem Grunde verwerfen zu müſſen, weil in tiefen Bergwerken keine Veränderung in der Erwärmung durch die Sonnenſtrahlen zu bemerken ſey. Er ſucht daher vielmehr den Grund der täglichen Veränderung in der Abweichung der Magnetnadel in der Atmoſphäre und auf der Erdoberfläche. Gegen Canton's Hypotheſe wendet Herr Coulomb ein, die magnetiſche Kraft der Erde müſſe täglich abnehmen, wenn die Sonnenwärme ſie verminderte, daher er ſie von der Lage der Erde und Sonne gegen einander ableiten zu müſſen glaube. Nach ſeiner Meinung iſt die Sonnenatmoſphäre ſelbſt eine magnetiſche Flüſſigkeit, und wirke auf die magnetiſche Flüſſigkeit der Erde durch Vertheilung, indem ſie alle auf der Erdoberfläche zerſtreuete magnetiſche Flüſſigkeit nach der von der Sonne abgewandten Seite zurück ſtoße, und die Magnetnadel ſtrebe nun nach den Orten zu, wo dieſe irdiſche magnetiſche Flüſſigkeit in Menge angehäuft ſey γ).

Herr Hällſtröm glaubt, anderer Schwierigkeiten nicht zu gedenken, Canton's und vielleicht auch Prevoſt's und Coulomb's Meinung durch folgende Schlüſſe und Erfahrungen umſtoßen zu können.

Es ſtelle der Kreis HOSW (Fig. 1.) den ſcheinbaren Horizont des Beobachters, der in C ſteht, vor; NS den wahren, AB den magnetiſchen Meridian des Ortes, und der Winkel NCA die Abweichung der Magnetnadel. Iſt ferner WCO ſenkrecht auf NS gezogen, ſo giebt O Oſten, W Weſten. Ebenfalls ziehe man durch

α) Animadverſiones circa hypotheſes ad explicandas acus magneticae variationes diurnas excogitatas. Praeſ. *Hällſtröm*, reſpond. *Wahlſten.* Aboae 1803.

β) De l'origine des forces magnétiques. Génève 1788.

γ) Memoires de mathem. et phyſ. préſent. à l'acad. roy. Paris 1780. Tom. IX. p. 262.

Digitized by Google

C die Linie DCE ſenkrecht auf den magnetiſchen Meridian AB. Wenn nun die Sonne Morgens in der Vertikalebene iſt, welche durch C und E geht, ſo daß der öſtliche von NS liegende Theil der Erde erwärmet wird, ſo muß nach Canton's Hypotheſe der Theil AWB größere magnetiſche Kraft haben, als AEB; und nach Coulomb, das magnetiſche Fluidum der Erde von AEB nach AWB getrieben werden, wodurch die Nadel ſtärker nach AWB als nach AEB beweget wird. Folglich muß alſo der Mittelpunkt der Anziehung in der Vertikalebene CD ſeyn, ſo daß eine in C ſchwebende Magnetnadel in der Richtung CD angezogen wird. CD drücke dieſe Anziehungskraft aus, welche einzig die Nadel vom Meridian AB gegen Weſten abweichen macht. Eben ſo wird gefunden, daß, wenn die Sonne in O oder in der Ebene CO iſt, der Mittelpunkt der Anziehung in CW, und die anziehende Kraft = CW ſeyn müßte. Da aber die Richtung dieſer Kraft nicht ſenkrecht auf dem magnetiſchen Meridian *AB* iſt, ſo muß ſie in die beyden Kräfte WF parallel mit AB, und CF derſelben normal zerleget werden, und dann wird gefunden, daß CF die Kraft ſey, welche die Nadel gegen Weſten abweichen macht. Iſt die Sonne in G, ſo iſt CK dieſe Kraft, welche die Abweichung vermehren ſollte, = o. Kommt ſie weiter nach S, ſo iſt die auf die Magnetnadel wirkende Kraft Cα gegen Oſten gerichtet. Eben ſo, wenn die Sonne in M iſt, die Kraft CR u. ſ. w. Hieraus erhellet deutlich, daß, nach der Meinung Canton's und Coulomb's, die weſtliche Abweichung am größten ſeyn müſſe, wenn die Sonne in E ſteht, das iſt, ungefähr um 5 Uhr Morgens, wenn die nördliche Declination 15° beträgt; am geringſten aber, wenn die Sonne in D ſteht, das iſt, um 5 Uhr Nachmittags. Dieſes ſtreitet aber gegen die Erfahrung, der zu Folge die weſtliche Abweichung gerade Nachmittags um 1, 2 oder 3 Uhr am ſtärkſten, Nachts aber am ſchwächſten iſt. Dieſes Widerſpruchs wegen ſind alſo dieſe Hypotheſen nicht zuläſſig.

Ferner unterſuchet nun auch Herr Hällſtröm die Hypotheſe derjenigen, welche die Veränderung der Abweichung aus dem Magnete der Erde ableiten, wohin vorzüglich Macdonald, Aepinus und Hay gehören. Nach dieſen ſoll ſich nämlich ein Magnet im Innern der Erde befinden, deſſen veränderte Kraft die Richtung der Magnetnadel beſtimme. Macdonald ſetzt voraus, daß ein Pol nach dem andern erwärmet und dadurch an Kraft vermindert werde. Aepinus und Hay *) nehmen an, das magnetiſche Fluidum ſey in der Erde ungleichförmig vertheilt, und daher rührten die Veränderungen der Abweichung. Allein Herr Hällſtröm bemerket ganz richtig, daß eine ſolche Hypotheſe willkührlich angenommen, und von ihnen die daher erfolgenden Veränderungen der Abweichung gar nicht nachgewieſen wären. Auch mache ſchon gegen die Hypotheſe vom Daſeyn eines Magnets in der Erde van Swinden †) die ſehr gegründete Einwendung, daß dieſe Erſcheinung nicht kosmiſch ſey, nicht von einer allgemeinen Urſache, die zu allen Zeiten und an allen Orten gleich ſtark wirke, abhange. Denn aus den Beobachtungen erhelle, daß dieſe Veränderungen keinem Verhältniſſe der Breite oder der Länge der Orte folgen, bald an einem Orte zu einer Zeit groß, in deſſen Nachbarſchaft klein, und im Sommer faſt allenthalben größer als im Winter ſind, und daß ſie in verſchiedenen Nadeln von einem Beobachter verſchieden, und in keiner Uebereinſtimmung mit der Neigung der Magnetnadel gefunden ſind. Hiezu könne man noch fügen, daß bey uns die weſtliche Abweichung zuweilen Mittags am größten, Nachts am kleinſten, und zuweilen Mittags am geringſten und Nachts am größten gefunden iſt. Dieſem allen zu Folge könne man alſo van Swinden beyſtim-

*) Darſtellung der Theorie der Electricität und des Magnetiſmus nach den Grundſätzen des Herrn Aepinus von Hay überſetzt von Karl Murhardt. Altenburg 1801. p. 264.

†) Mémoires préſent. à l'Academie. Paris 1780. p. 335.

Digitized by Google

men, daß dieſe Erſcheinungen nicht aus dem Magnetis-
mus der Erde zu erklären ſind.

Endlich prüfet Herr Hällſtröm auch die Meinung de-
rer, welche behaupten, daß vorzüglich die Electricität der
Luft einen großen Einfluß auf die täglichen Veränderun-
gen in der Abweichung der Magnetnadel habe. Es führe
ſelbſt de la Cepede *) an: Verſuche hätten bewieſen,
daß die electriſche Materie in der umgebenden Luft die
Urſache der Veränderungen ſeyn, und daß dieſe ganz auf-
hören, wenn die Nadeln mit Nichtleitern umgeben wür-
den. Indeß führt er aber nicht an, was dies für Ver-
ſuche geweſen ſind; man weiß aber, daß eine mit Wachs
überzogene Nadel die täglichen Veränderungen zeigt.
Welche Gründe aber auch dieſe Hypotheſe unterſtützen
mögen, ſo ſtreite doch dagegen der, daß die Veränderun-
gen der Abweichung nicht immer groß ſind, wenn die
Intenſität der Luftelectricität beträchtlich ſtark iſt, ſo daß
es oft ſcheint, als werde jene geringer, wenn dieſe wächſt,
u. ſ. w.

Da, ſo viel Herrn Hällſtröm bekannt war, noch nie-
mand Verſuche über den Einfluß der Electricität des die
Nadel umgebenden Mittels, auf ihre Abweichung, oder
eines Magnets auf ſeinen Magnetismus angeſtellet hat,
ſo unternahm er folgende Verſuche:

Er tauchte eine horizontale, frey an einem Menſchen-
haare aufgehangene Nadel in ein gläſernes Gefäß voll
Waſſers, und richtete alles ſo ein, daß die Veränderun-
gen der Abweichung durch das Mikroſcop bis auf wenig-
ſtens 15″ bemerkt werden konnten. Durch einen meſſin-
genen Drath führte er dem Waſſer aus einer Electriſir-
maſchine Electricität zu, und beobachtete dabey die Na-
del, konnte aber nicht die mindeſte Aenderung in der
Richtung derſelben entdecken. Auch dies war nicht mög-
lich, wenn die Nadel ſelbſt electriſirt wurde, und es war

*) Lichtenberg's Magazin. B. I. St. I. S. 147.

Digitized by Google

keine Aenderung ſichtbar, die Electricität mochte ſchwach, oder ſo ſtark ſeyn, daß man Funken aus dem Waſſer ziehen konnte, wofern nur dabey vermieden wurde, daß die der Nadel mitgetheilte Electricität nicht durch Anziehen oder Abſtoßen auf andere Körper wirken, und dadurch die Nadeln in ihrer Richtung ſtören konnte.

Nun legte er einen künſtlichen Magnet, deſſen Südpol vom Nordpole der Magnetnadel 9 ſchwediſche Zolle abſtand, auf eine Glastafel, und nachdem die Nadel zur Ruhe gekommen war, theilte er ihm Electricität mit, während deſſen die Nadel beobachtet wurde. Es war aber keine Veränderung in der Richtung der Magnetnadel zu bemerken. Daſſelbe war der Fall, als der Nordpol des Magnets dem Nordpole der Nadel gegenüber geſtellt wurde.

Der Erfolg dieſer Verſuche, der ſich beſtändig gleich war, die Electricität mochte poſitiv oder negativ ſeyn, von einer Electriſirmaſchine oder von einer Verſtärkungsflaſche herrühren, zeigt alſo, daß van Swinden Recht habe, wenn er läugnet, daß die Electricität die Declination der Nadel vermehre, und daß der Grund der Veränderungen der Abweichung der Nadel in der Nadel ſelbſt, und nicht außer ihr zu ſuchen ſey. Er hatte gezeigt, daß in gewiſſen Fällen die Abweichung der Magnetnadel vermehrt oder vermindert werden müſſe, wenn die Intenſität der magnetiſchen Kraft des einen oder des andern Poles wachſe oder abnehme, und oft wiederholte Verſuche hatten ihn belehrt, daß dieſe Veränderung ſo abwechſelnd ſey, daß ſie ſelbſt in kleinen Zeitmomenten nicht beſtändig bleibe. Er vermuthet daher, ſie ſey periodiſch, wie die Declination der Magnetnadel. Die Urſachen davon konnte er aber nicht ergründen.

Aus allen dieſen ſcheint daher zu erhellen, daß die Urſache der täglichen Veränderung der Abweichung der Magnetnadel, ſo wie überhaupt die Veränderungen der jährlichen Declination der Nadel noch nicht erkläret ſey.

Digitized by Google

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIX. 282. f. B. XX. 257. f. B. XXVI. 275 f. S. XXIX. S. 1. f. S. 384 f. und an mehreren Stellen.

Adhäſion (Zuſ. zu S. 16. Th. VI.). Herr Prof. **Link** *) hat die angeführten Verſuche des Herrn **Carradori** wiederholt, und die meiſten als wahr befunden; allein ſeiner Meynung nach folgten daraus ganz andere Reſultate, als jener daraus gezogen habe. Daß ſich zwey Körper beym Vermengen nicht ſogleich mit einander verbänden, beweiſe keinesweges einen Mangel an Verwandtſchaft zwiſchen ihnen. Die Erſcheinung, daß ätheriſche Oehle die fetten vom Waſſer treiben, hätten **Carradori** ſchon aufmerkſam machen können, daß hier wirklich der Anfang einer chemiſchen Verwandtſchaft vorhanden ſey. Herr Link beſchreibt einige von ihm angeſtellte Verſuche, aus welchen ſeine Behauptung noch mehr hervorgehen werde. Wenn aber dieſe Verſuche gelingen ſollen, ſo müſſen die tropfbaren Flüſſigkeiten ganz rein, von allen ſtaubigen und fettigen Unreinigkeiten völlig befreyt, und die Mengen nicht zu klein ſeyn.

Tropft man zuerſt Caneputöhl oder Steinöhl auf Waſſer und nachher Terpentinöhl, ſo treibt dieſes jene Oehle fort; ſie fließen an die Seite und vereinigen ſich in Tropfen.

Wie Wolfsmilchſaft wirken die Auflöſungen der Harze in Weingeiſt, beſonders der geiſtige Lackfirniß.

Alle Oehle, auch die ätheriſchen, werden von einem Tropfen concentrirter Schwefelſäure mit großer Heftigkeit verdrängt. Die Bewegung dauert lange fort, und wird erneuert, ſo wie von neuem Theilchen der Schwefelſäure zur Oberfläche aufſteigen. Gemeine Salpeterſäure und Salzſäure vertreiben die Oehle nicht.

Concentrirte Auflöſungen von Alkalien verdrängen ebenfalls die Oehle doch minder ſtark, als Schwefelſäure. Hält man ein Stück reines Kali im Waſſer, welches mit

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIV. S. 121.

einem Tropfen Terpentinöhl bedeckt iſt, ſo wird ſtoßweiſe, ſo wie ſich das Kali auflöſet, das Oehl fortgetrieben.

Waſſerfreyer Weingeiſt treibt die ätheriſchen Oehle vom Waſſer ſchnell an die Seite.

Körper, welche ſich im Waſſer gar nicht, oder mit einiger Schwierigkeit, auflöſen, wirken auf die Oehle nicht.

Waſſer treibt die Oehle vom Waſſer nicht auf die Seite, auch nicht zugetropftes ſiedend heißes.

Aus dieſen Verſuchen macht Herr **Link** den Schluß, daß ſich die Erſcheinungen nach den bekannten chemiſchen Verwandtſchaften richteten. Starke Schwefelſäure und reiner Weingeiſt ſeyen die Flüſſigkeiten, welche die nächſte Verwandtſchaft mit dem Waſſer haben; denn ſie ſchlagen allein alle im Waſſer aufgelöſte Säuren nieder, wenn ſie ſolche nicht ſelbſt auflöſen. Andere Säuren vermögen dieſes nicht. Auch treiben jene alle Oehle vom Waſſer, dieſe aber nicht.

Auf einer concentrirten Auflöſung von reinem oder kohlenſaurem Kali verbreiten ſich die ätheriſchen Oehle nicht, ſondern fließen bald an die Seite. Fette Oehle verbreiten ſich ſchon weit mehr. Aetheriſche Oehle vertreiben die fetten keinesweges. Gießt man einige Tropfen Terpentinöhl auf eine ſolche Kaliauflöſung, und ſchnell nachher, ehe ſie an die Seite fließen, einige Tropfen Mandelöhl, ſo treibt dies das erſtere fort: ein Verſuch, welcher die Uebereinſtimmung dieſer Erſcheinungen mit der chemiſchen Verwandtſchaft deutlich zeigt.

Auf Eſſig, Salpeterſäure und Salzſäure werden die fetten Oehle von den ätheriſchen nicht vertrieben, wol aber thut dieſes die Schwefelſäure und der Weingeiſt.

Auf Queckſilber werden die fetten Oehle von den ätheriſchen nicht verdrängt, wol aber von der Schwefelſäure. Es entſteht eine fortdauernde Bewegung; das Terpentinöhl wird fortgeſtoßen, und von den braunen Theilen löſen ſich gelbliche ab, und fließen wieder in der Mitte zuſammen. Man ſehe alſo hieraus, daß es ganz

unrichtig ſey, wenn Carradori ſage, Verſuche dieſer Art gelangen nur auf Waſſer.

Zu den Verſuchen auf Waſſer und andern Flüſſigkeiten empfiehlt Herr Link beſonders das Steinöhl, weil deſſen Verbreitung wegen der rothen Farbe leichter beobachtet wird, als an andern ungefärbten Oehlen.

Aus dieſen Verſuchen, ſchließt Herr Link, erhelle es genugſam, daß ſie, weit entfernt, gegen Morveau's Behauptung Gründe zu liefern, vielmehr dieſelbe beſtätigten. Dabey müßten wir aber erwägen, daß ſie ihrer Natur nach eingeſchränkt ſeyn, indem ſich nur die Adhäſion zweyer Flüſſigkeiten bemerken laſſe, welche ſelbſt in der Stufe der Flüſſigkeit, wie Oehl und Waſſer, Unterſchiede zeigten. Auf der andern Seite müßten wir aber auch bedenken, daß die Beſtimmung der chemiſchen Verwandtſchaften ſo ſchwierig ſey, daß man von dieſer keinesweges, als von einer feſtgegründeten, ausgehen dürfe. Verſuche dieſer Art erforderten alle mögliche Vorſicht, und ſeyen oft zu wiederholen, um ſichere Reſultate zu erhalten.

Auf alle Fälle zeigten Carradori's und ſeine Verſuche eine Wahlanziehung, welche höchſt merkwürdig ſey. Auch habe er kein Beyſpiel von einer verwechſelten Verwandtſchaft beobachtet. Die fetten Oehle treiben nie die ätheriſchen Oehle vom Waſſer an die Seite, die ätheriſchen verdrängen nicht die fetten von Alkalien u. ſ. f. Wir könnten alſo an ſolchen einfachen vor unſern Augen vorhandenen Erſcheinungen die Wahlanziehungen ſtudiren.

Herr A. Draparnaud *) hat ähnliche Verſuche angeſtellt. Einmal wollte er unterſuchen, ob ſein Weingeiſt Eſſigſäure enthalte; er goß daher etwas Lackmußtinktur in eine Glasſchale und ließ einige Tropfen Weingeiſt darauf fallen. Die Farbe der genannten Tinktur wurde nicht verändert; allein ſie flohe zu ſeiner großen Verwunderung ſchnell nach dem Umfang der Schale, und ließ

*) Annales de chimie. Tom. XLVII. p. 303.

den Boden derſelben entblößt. Nachdem ſie ſich bis auf eine gewiſſe Weite entfernt hatte, kehrte ſie zurück, und nahm den untern Theil der Schale aufs Neue ein. Dieſe ihm ſehr auffallende Erſcheinung gab ihm Veranlaſſung, mit andern Subſtanzen dergleichen Verſuche anzuſtellen. Die vorzüglichſten ſind folgende:

1. Wenn man den Boden eines Gefäßes von Glas, Porzellan, Metall u. ſ. w. mit einer dünnen Lage Waſſer übergießt, und alsdann mit einem Stabe einen Tropfen Weingeiſt auf den Mittelpunkt derſelben bringt, ſo fließt das Waſſer im Augenblicke mit Schnelligkeit, und entblößt den Boden; und zwar zeigt ſich dieſe Stelle nach ihm vollkommen trocken und in ihrem natürlichen Glanze. Hat das Waſſer die größte Entfernung erreicht, ſo kehrt es zurück, und bedeckt den Boden des Gefäßes, den es verlaſſen hatte, aufs neue. Bey Wiederholung dieſes Verſuchs mit demſelben Waſſer wird die Zurückſtoßung immer unbedeutender, und die entblößte Stelle immer kleiner, weil das Waſſer ſich immer ſtärker mit dem Weingeiſt verbindet.

2. Wenn man zu dieſem Verſuche Waſſer mit Lackmuß gefärbt nimmt, ſo werden die angeführten Erſcheinungen noch viel deutlicher. Man nimmt ſehr ſichtlich dabey eine zitternde Bewegung um die innere Grenze des zurückgetretenen Waſſers wahr. Sie beweiſt ein beſtändiges Stoßen von Weingeiſttheilchen gegen dieſen innern Umfang, und daß dadurch die Entfernung des Waſſers bewirkt wurde. Als Herr Draparnaud auch den Weingeiſt mit Lackmuß färbte, und einen Tropfen auf eine dünne Lage Waſſers brachte, blieb blos im Mittelpunkte der entblößten Stelle ein blauer Fleck; glaubte aber doch dabey wahrzunehmen, daß ein beſtändiges Ausſtrömen des Weingeiſtes gegen den innern Umfang des Waſſers ſtatt finde, weil ſich dieſer innere Umfang des Waſſers immer mehr mit dem Violet des Lackmußes färbte.

3. Wenn man den Boden des Gefäßes mit einer dünnen Lage Weingeiſt übergießt, und einen Tropfen Waſſer

Digitized by Google

auf die Mitte deſſelben bringt, ſo findet keine ähnliche Erſcheinung ſtatt. Der Weingeiſt flieht nicht zurück, das Waſſer plattet ſich ab, und verbindet ſich nach und nach mit dem Weingeiſte.

4. Wenn man den Boden des Gefäßes mit einer ſehr dünnen Lage Baumöhl bedeckt, und auf die Mitte einen Tropfen Weingeiſt bringt, ſo wird zwar das Oehl zurückgeſtoßen, aber nicht ſo ſchnell als das Waſſer, und in der Mitte wird eine Stelle entblößt. Iſt die Lage Oehl zu dick, ſo ſieht man nur an der Oberfläche die zurückweichende Bewegung, ohne daß der Boden entblößt wird.

Waſſer, womit der Boden des Gefäßes befeuchtet iſt, wird durch einen Tropfen Baumöhl in keine Bewegung gebracht.

5. Wird in die Mitte eines befeuchteten Tellers ein Stück friſcher Citronen- oder Orangen-Schale gelegt, ſo flieht das Waſſer ſichtlich zurück und die leer gewordene Stelle erſcheint mit ſchönen Regenbogenfarben. Dieſe Bewegung iſt aber lange nicht ſo ſchnell, als die, welche der Alkohol bewirkt.

Aus dieſen Verſuchen glaubte Herr Draparnaud ſchließen zu dürfen, daß jede Flüſſigkeit, welche in der gewöhnlichen Temperatur flüchtig ſey, das Vermögen beſitze, das Waſſer auf dieſe Art zurückzuſtoßen. Es fiel ihm daher erſtaunend auf, als ein Tropfen flüchtigen Ammoniaks nicht die geringſte Bewegung in dem Waſſer hervorbrachte. Auf Oehl hatte es dieſe Wirkung, und er glaubte daher, es liege an der großen Verwandtſchaft des Ammoniaks zum Waſſer, vermöge welcher der Tropfen im Augenblicke ſich mit dem Waſſer verbinde.

Näßt man den Boden des Gefäßes mit Alkohol und bringt einen Tropfen vom Ammoniak in die Mitte, ſo flieht der Alkohol nicht; der Tropfen plattet ſich vielmehr ab, und beyde Flüſſigkeiten verfliegen.

Näßt man dagegen den Boden mit Ammoniak, und bringt einen Tropfen Weingeiſt in die Mitte, ſo weicht das Ammoniak zurück.

Draparnaud glaubt, daß die Kraft der horizontalen Expanſion im Alkohol größer, als im Ammoniak ſey.

Gegen Herrn Draparnaud bemerket Herr Carradori *), daß ſeine Beobachtungen gar nicht neu, ſo wie ſeine daraus gezogenen Folgerungen falſch ſeyen. Die Zurückſtoßung des Waſſers ſey nur ſcheinbar, und beruhe blos auf dem verſchiedenen Grade der Anziehung, welchen die Flüſſigkeiten gegen die Oberfläche des Waſſers äußerten.

Daß ſich eine dünne Lage Waſſer von der Oberfläche eines Gefäßes zurückziehe, wenn man Weingeiſt darauf bringe, ſey ganz richtig; es ſey aber falſch, daß die vom Waſſer entblößte Stelle völlig trocken ſey: es befinde ſich auf derſelben eine dünne Lage Weingeiſt, welche aber bald verdunſte. Das Waſſer werde jedoch nicht vom Weingeiſte zurückgeſtoßen, ſondern es bleibe ſich ſelbſt zur Vereinigung überlaſſen, weil der Weingeiſt zur Oberfläche des Gefäßes eine ſtärkere Anziehung als das Waſſer habe.

Wenn man einen oder zwey Tropfen Weingeiſt auf eine Porzellanſchale bringt, ſo verbreiten ſich dieſe ſogleich über dieſelbe in einer kreisförmigen Geſtalt; Waſſer thue dies aber nicht. Daher ſey es klar, daß die Waſſertheilchen unter ſich mehr Anziehung und weniger auf die Fläche der Schüſſel äußerten, als der Weingeiſt. Uebrigens ſey folgender ſehr leichter Verſuch der Meynung des Herrn Draparnaud geradezu entgegen: Man befeſtige in der Mitte eines porzellanen Tellers eine kleine Wachskugel, mache in dieſelbe mit dem Knopfe einer großen Nadel eine Vertiefung, und gieße ſo viel Waſſer in den Teller, daß es über den Rand dieſer Vertiefung wegſteht, ohne doch in dieſelbe einzudringen. Wenn nun ein Tropfen Weingeiſt in dieſe Vertiefung ſo gebracht wird, daß er unter dem Niveau der Waſſerfläche ſich befinde, und das Waſſer beynahe berühre, ſo müßte der Weingeiſt durch ausſtrömende Theilchen eine zurückſtoßende Kraft auf das umgebende Waſſer

*) Annales de chimie. Tom. LI. p. 216.

äußern. Allein hierbey wird nicht die geringſte Bewegung am Waſſer wahrgenommen. Wenn aber das Waſſer über die Wände der kleinen Vertiefung tritt, entfernen ſich die kleinen Körperchen, welche auf der Oberfläche des Waſſers ſchwimmen, von der Vertiefung; ein Beweis, daß der Weingeiſt, bevor er ſich mit dem Waſſer miſcht, ſich eben ſo als die übrigen ätheriſchen Körper über die Oberfläche deſſelben verbreitet.

Zur Beſtätigung ſeiner Meynung führt Herr Carradori noch folgende Verſuche an:

1. Wenn man auf Waſſer, worauf kleine Stückchen Gold- oder Silberblättchen ſchwimmen, einen Tropfen Weingeiſt bringt, ſo fliehen die Blättchen und entfernen ſich. Wird etwas Baumwolle, mit Aether getränkt, den Blättchen genähert, ſo fliehen ſie mit noch größerer Geſchwindigkeit. Wenn man aber zuvor einen Tropfen der Wolfsmilch auf die Waſſerfläche fallen läßt, ſo bleiben die Blättchen in Ruhe, weil alsdann das Waſſer mit einer Flüſſigkeit bedeckt iſt, welche mehr Anziehung zu demſelben hat. Ueberhaupt übertrifft der Wolfsmilchſaft in ſeiner Flächenanziehung zum Waſſer die allerflüßigſten und alleröhlartigſten Flüſſigkeiten; er verjagt alle, und zwingt ſie, ſich an den äußerſten Theilen des Gefäßes in Geſtalt kleiner Kugeln zuſammen zu ziehen.

2. Wenn man mitten auf einem Teller ganz ſanft einen Tropfen Weingeiſt bringt, und dann das Gefäß mit Waſſer befeuchtet, ſo daß es ſich dem Tropfen nur etwa bis auf 2 Linien nahet, ſo ſieht man, daß der Tropfen, bevor er ſich verbreitet, eine Zurückſtoßung auf das ihn umgebende Waſſer äußert, beſonders wenn er ſich allzu ſehr nahet. Dieſe Wirkung ſchreibt Carradori den Weingeiſtdämpfen zu; nicht daß ſie das Waſſer mechaniſch zurücktreiben, ſondern ſie entziehen blos demſelben die Oberfläche des Tellers. Ereignet es ſich, daß der Weingeiſttropfen mit dem Waſſer in Berührung kommt, ſo entſteht ſogleich eine heftige Bewegung; das Waſſer wird mit vieler Lebhaftigkeit zurückgetrieben, und

der Weingeiſttropfen, wie von einer neuen Kraft belebt ſich zu verbreiten, bricht durch ſeine Schranken, und macht das Waſſer fliehen.

Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit dem Kampher, wenn man ein kleines Stückchen auf einen Teller legt, welcher eine Linie hoch mit Waſſer gefüllt iſt, ſo daß das Kampherſtückchen den Boden des Tellers berühren kann. Das Waſſer zieht ſich rings um den Kampher zurück, und wird, wie durch Zurückſtoßung, davon entfernt gehalten.

Beyde Erſcheinungen ſind nach Carradori's Meynung eine Wirkung der Flächenanziehung, erſtere des Weingeiſtes, und letztere des Oehls des Kamphers zum Waſſer. Dieſes Oehl, gezwungen durch Flächenanziehung zum Waſſer, ſich über daſſelbe zu verbreiten, verdunſte dann mit einer ungemein großen Geſchwindigkeit. Beyde, der Weingeiſt und das Oehl des Kamphers, ſtürzten ſich auf das Waſſer, verbreiteten ſich über die Oberfläche deſſelben mit einer erſtaunlichen Geſchwindigkeit, zerſtreueten das Waſſer und trieben es zurück, und kämen ſtatt deſſelben mit dem Boden des Gefäßes in Adhäſion.

Herr Draparnaud war der Meynung, der Grund, warum Ammoniak das Waſſer vom Boden eines Gefäßes nicht vertreibe, liege in der großen Verwandtſchaft deſſelben zum Waſſer. Allein, frägt Herr Carradori, finde dieſe Verwandtſchaft nicht auch beym Weingeiſte ſtatt? Und müßte ſich nicht dieſe Zurückſtoßung zeigen, wenn das Waſſer das Ammoniak blos umgebe, ohne es zu berühren, indeß ſie ſich auch in dieſem Falle nicht äußere? Ein Tropfen Ammoniak, welcher auf eine dünne Lage Weingeiſt gebracht werde, vertreibe auch ihn nicht, und bilde keinen Kreis der Entfernung. Aber ein Tropfen Weingeiſt, den man mitten in eine dünne Lage Ammoniak verſetze, treibe dieſe rings umher zurück und bilde den Kreis. Dies komme nicht daher, daß der Weingeiſt eine größere Expanſivkraft, als das Ammoniak, habe, ſondern weil das Ammoniak keine, oder höchſtens eine

ſehr kleine Flächenanziehung mit dem Boden der Gefäße beſitze, der Alkohol dagegen eine beträchtliche. Man verſetze einen Tropfen Ammoniak auf einen Porzellanteller oder auf eine Glasplatte, er bleibt beyſammen, ſtatt daß der Weingeiſt ſich rings umher verbreitet. Man ſähe hier offenbar den Grund, warum der Weingeiſt das Ammoniak vom Boden des Gefäßes vertreibe, aber nicht umgekehrt das Ammoniak den Weingeiſt. Käme es hier auf mechaniſchen Stoß der Emanationen an, ſo könnte in dieſem Falle ſich ſchwerlich eine Wirkung äußern, da beyde Emanationen ſich beynahe aufheben müßten; und doch treibe der Weingeiſt das Ammoniak mit derſelben Schnelligkeit als das Waſſer zurück.

Ob nun gleich Ammoniak weder Waſſer noch Weingeiſt auf einer Fläche zurückzutreiben vermag, ſo hat doch Herr Draparnaud bemerkt, daß das Ammoniak Oehl auf ihr zurückſtoße. Herr Carradori glaubt, daß dieſe Wahrnehmung eine Erörterung verdiene. Letzterer hat bemerkt, daß ſogar die bloße Annäherung eines Tropfens Ammoniak an die Oberfläche des Oehls eine unverkennbare Bewegung darin hervorbringe, wie wenn man auf ſie blaſe, und man könne glauben, daß wenigſtens in dieſem Verſuche die elaſtiſchen Ausflüſſe des Ammoniaks durch eine mechaniſche Wirkung, durch Stoß gegen das Oehl, dem Auge ſichtbar würden. Daß dies möglich ſey, ſagt Carradori, habe er nie läugnen wollen; er habe nur zu zeigen geſuchet, daß mehrere Phänomene, welche man für Wirkungen von Zurückſtoßungen durch die Verbreitung flüchtiger Körper gehalten habe, nicht von dieſer Urſache abhängen, ſondern Wirkungen der Flächenanziehung ſeyen. Bevor man indeſſen über die Wirkung des Ammoniaks auf die Oehle ein entſcheidendes Urtheil fälle, macht Herr Carradori auf folgende merkwürdige Beobachtungen aufmerkſam.

Man werfe kleine Stückchen Gold- oder Silberblatt auf Oehl, und nähere der Oberfläche des Oehls einen Tropfen Ammoniak; ſogleich zeigt ſich in ihr und in den auf

ihr ſchwimmenden Blättchen eine kleine Bewegung. Bringt man den Ammoniaktropfen auf das Oehl, ſo fliehen die Blättchen noch weiter, und das Ammoniak verbreitet ſich über die Oberfläche des Oehls, während es ſie in eine ſichtbare Bewegung ſetzt.

Stellt man dieſen Verſuch mit Waſſer in einem ähnlichen Gefäße, gerade auf dieſelbe Art wie über dem Oehle, über Waſſer oder über Weingeiſt an, oder über irgend einer andern Flüſſigkeit als Oehl, ſo zeigt ſich auf der Oberfläche dieſer Flüſſigkeiten gar keine Bewegung, während der Ammoniaktropfen ihr genähert, oder auf ſie gebracht wird. Ein Tropfen Oehl dagegen, der auf dem Waſſer noch als ein Kügelchen ſchwimmt, wird ſchnell über daſſelbe verbreitet, wenn man von oben herab demſelben den Ammoniaktropfen nähert; und hat ſich das Oehl ſchon in einen Schleyer ausgedehnet, ſo weicht es ſchnell zurück. Eben ſo zeigen alle Oehltheilchen, womit eine Waſſerfläche beſprengt wird, wenn man die Schale einer Orange darüber druckt, bey der Annäherung eines Ammoniaktropfens eine leichte Bewegung.

Nach dieſen Verſuchen, ſagt Carradori, ſcheine es, daß auf einer Fläche Oehl die Ausflüſſe des Ammoniaks nicht durch einen mechaniſchen Stoß, ſondern durch eine phyſiſche Wirkung ſichtbar werden. Ein Stoß durch die Expanſivkraft der Ausflüſſe des Ammoniaks hervorgebracht, müßte eben ſo gut als das Oehl andere gleich bewegliche Flüſſigkeiten, z. B. Weingeiſt, in Bewegung ſetzen. Ein Tropfen Ammoniak, den man dem Rauche eines Lichtes nähert, welcher ſich beym geringſten Hauche krümmt, vermag den Rauch nicht im mindeſten zu bewegen. Es läßt ſich alſo die Wirkung des Ammoniaks auf Oehl keiner mechaniſchen Bewegung zuſchreiben. Für dieſe ſeine Meynung führt er als unwiderleglichen Beweis noch folgenden Verſuch an: Man werfe kleine Stückchen Kork auf Waſſer, und nähere einen Tropfen Ammoniak; alles bleibt in Ruhe. Reibt man aber ſolche kleine Korkſchnitzel zwiſchen den Fingern, die man vorher in Oehl

getauchet hat, und bringt ſie auf Waſſer, ſo kommen ſie ſogleich in eine wunderbare Bewegung, wenn man ihnen einen Tropfen Ammoniak nähert. Wirft man ferner auf das Waſſer zweyer anderer Gläſer, auf das eine etwas Weizenmehl, auf das andere Mandelöhl, und nähert beyden einen Tropfen Ammoniak, ſo kommen die Mehltheilchen nicht aus der Ruhe, die Theilchen des letztern aber gerathen ſogleich in Bewegung, und ſtürzen ſich auf den Boden herab. Ueberhaupt mag man eine Veränderung vornehmen, welche man will, ſo äußert ſich das Ammoniak bloß auf Oehl und auf öhlartige Körper thätig.

Hiemit glaubt Carradori hinreichend bewieſen zu haben, daß die Zurückſtoßung, welche das Oehl vom Ammoniak leidet, keine Wirkung des Stoßes der Ausflüſſe oder Dämpfe des Ammoniaks ſey. Lediglich ſey ſie der Flächenanziehung zum Oehle zuzuſchreiben, welche dem Ammoniak in Dampfgeſtalt ſo gut als tropfbar flüſſig inwohne, wozu vielleicht eine chemiſche Anziehung komme durch die Veränderungen des Oehls, durch die Ausflüſſe des Ammoniaks bewirkt.

Da Herr Carradori die chemiſche Wahlanziehung von einer Wahlanziehung im allgemeinen zu unterſcheiden ſcheinet, ſo führet dagegen Herr Prof. Link *) an, daß eine ſolche Verſchiedenheit bey dieſen Erſcheinungen ſchwerlich zu gedenken ſey, ſondern daß ſie vielmehr auf eine völlige Uebereinſtimmung zwiſchen beyden hinzuweiſen ſchienen.

Zuerſt bemerket Herr Link, daß die Erfolge auf feſten Körpern ſich verſchieden von den Erfolgen auf tropfbaren zeigten. Es entſtehe nämlich um den Körper, welcher den andern vertreibe, eine trockene Stelle, und der letztere ſcheine ſich von jenem in einiger Entfernung zurückzuziehen. Prevoſt halte dies für eine bloße Folge der ausſtrömenden, riechenden Theilchen; Carradori aber ſehe auch hier eine Wahlanziehung, und bringe ſehr

*) Gilbert's Annalen der Phyſik B. XXVI. S. 146. f.

Digitized by Google

überzeugende Gründe gegen Prevoſt vor. Das wichtigſte, was Prevoſt anführe, und was einen großen Schein habe, beſtehe darin, daß es einerley ſey, auf welchem Körper man die Verſuche anſtelle, und daß z. B. Weingeiſt das Oehl und das Waſſer von einer Glasplatte wie von einer Eisplatte zurücktreibe.

Im Ganzen ſey dies richtig, und er habe mit denſelben Erfolgen Verſuche auf Platten von Glas, Quarz, Chalcedon, Serpentin, Marmor, Alabaſter, Steinſalz und Perlmutter angeſtellet. Nur ſey die Geſchwindigkeit, womit die Vertreibung geſchehe, verſchieden; ſie gehe auf Glas viel ſchneller vor ſich, als auf Quarz. Auch in Rückſicht der flüſſigen Körper ſtimmten ſeine Verſuche mit Prevoſt's Angaben ziemlich überein, nur könne man zwiſchen Wein und Waſſer noch die Säuren einſchieben. Aber aus dieſer beſtändigen Folge laſſe ſich weiter nichts herleiten, als daß die Geſetze der Wahlanziehung einfacher ſeyn möchten, als wir bisher geglaubt hätten.

Folgender Verſuch zeige, daß nicht bloß der Stoß elaſtiſcher Theilchen jene Vertreibung verurſache. Man gieße eine Schicht von Terpentinöhl auf eine Quarzplatte, und tropfe Weingeiſt mit Lackmuß gefärbt darauf, ſo wird man es mit einiger Behutſamkeit leicht dahin bringen können, daß der Tropfen auf dem Oehle ſchwimmet, ohne es zu vertreiben. Sobald aber der Tropfen von einer größern Höhe herabfalle, ſo daß er den Stein berühre, gehe die Vertreibung ſchnell von ſtatten. Wirkte hier nur der Stoß ausſtrömender Theilchen, ſo ſehe man nicht ein, warum die Wirkung erſt bey der Berührung des kalten Steins erfolge.

Bis zum Sieden erhitztes Waſſer wirke nicht mehr und nicht anders, als kaltes Waſſer; ebenfalls ein bedeutender Grund gegen die angeführte Meinung.

Wenn auch beym erſten Blicke die Reihe der Vertreibungen ſich nach der Flüchtigkeit richte, ſo leide dies doch manche Ausnahmen. Reines Ammonium treibe nach

ſeinen Verſuchen eine Kaliauflöſung nicht fort, und ſey doch viel flüchtiger als dieſe.

Ob alſo gleich der Stoß flüchtiger Theilchen keinesweges die einzige Urſache jener Erſcheinungen ſey, ſo erfolge doch ohne Zweifel dabey eine Entwickelung von Dämpfen, welche ſich auf die Platte anlegen, und den ſcheinbar trocknen Kreis um die aufgetropfte Flüſſigkeit machen. Gieße man eine ſalzſaure Verbindung auf die Glasplatte, und tröpfele Schwefelſäure darauf, ſo bilde dieſe einen iſolirten Tropfen, aus welchem ſich Dämpfe entwickelten, und im Umkreiſe werde die übrige Flüſſigkeit zurückgetrieben. Bringe man Terpentinöhl auf eine Glasplatte, und tröpfele Schwefelſäure darauf, ſo würden die Tropfen braun und vertrieben dann das Terpentinöhl. Es werde alſo das Oehl nicht von der Säure vertrieben, ſondern aus beyden entſtehe ein neues Produkt, welches die Vertreibung verurſache. Umgekehrt, wenn man eine Platte mit Schwefelſäure überziehe, und Terpentinöhl darauf tröpfle, ſo entſtehen eben ſolche braune Tropfen, welche auch nun die Schwefelſäure zurücktreiben. Auffallend ſey es, daß jede auch noch ſo geringe Menge von Fettigkeit Waſſer vertreibe. Salpeterkryſtalle auf friſchem Bruche thäten dies nicht, wohl aber, wenn man ſie eine kurze Zeit zwiſchen ſonſt dem Anſcheine nach gar nicht fettigen Fingern gehalten habe.

Das Niederfallen und Anlegen der Dämpfe auf eine Glasplatte laſſe ſich in einigen Fällen deutlich bemerken. Man tröpfele auf eine Glasplatte einen Tropfen Salzſäure, und daneben einen Tropfen reinen Ammoniums, ſo werde man deutlich ſehen, daß ſich die aufſteigenden Dämpfe erſt auf die Platte legten, und dann in die Höhe ſtiegen. Ein Tropfen rauchende Salpeterſäure auf eine Glasplatte gebracht werde im Umfange mit einem leichten Thau umgeben, und dieſer verbreite ſich weiter, ſo wie der Tropfen fortfließe. Noch deutlicher werde dies, wenn man die Glasplatte mit einem fettigen Tuche zuvor abwiſche, und dadurch die Reibung vermehre oder

das Zerfließen des Tropfens verhindere. Andere flüſſige Subſtanzen verbreiteten einen ähnlichen Thau um ſich her. Prevoſt behaupte, er habe das vom Kampher ausfließende Oehl, wovon Carradori rede, nie geſehen; allein es fahre allerdings ein Dampf vom Kampher aus, welcher ſich als ein farbenſpielendes Häutchen anlege, und man bemerke dies deutlich, wenn man auf einer blauen Glasplatte Waſſer von Kampherſtückchen vertreiben laſſe.

Wenn man alſo die Verſuche auf feſten Körpern anſtelle, ſo habe man eigentlich auf eine doppelte Erſcheinung zu ſehen. Es werde nämlich nicht allein Dampf entwickelt, welcher ſich als Thau auf die Platte anlege, und einen ſcheinbar trocknen Kreis bilde, ſondern auch die Flüſſigkeit werde dadurch vertrieben. Die Anziehung der Platte befördere die Entwickelung der Dämpfe; die Reibung verhindere den Tropfen ganz ſeiner Anziehung zu folgen, und auf dem feſten Körper zu zerfließen; nur die leicht beweglichen flüchtigen Theilchen entfernten ſich von ihm. Die ganze Erſcheinung ſey alſo ein Produkt der eigenthümlichen Flüchtigkeit der Subſtanz und ihrer Anziehung zur Platte.

Aus dieſem Geſagten werde man ſich gar nicht wundern, daß die Verſuche mit Haarröhrchen nicht damit übereinſtimmten. Denn hier ſcheine der Weingeiſt eine ſehr geringe Verwandtſchaft mit dem Glaſe zu haben, in den Verſuchen mit gläſernen Platten komme aber außer der Anziehung zum Glaſe die eigenthümliche Zähigkeit des Weingeiſtes, deſſen öhlartige Conſiſtenz man leicht gewahr werde, wenn man ihn von einer Platte abwiſche, vorzüglich in Betrachtung. Daher ſteige auch Schwefelſäure, welche lange nicht ſo zähe ſey, wie die kleinen Tropfen derſelben bewieſen, in den Haarröhrchen höher auf, als Weingeiſt. Auf Platten hingegen wirke außer der Anziehung die Flüchtigkeit der Subſtanz, und ihre Zähigkeit habe auf die Erfolge nur einen ſehr geringen Einfluß.

Digitized by Google

Die merkwürdige Erſcheinung, daß nämlich kleine feſte Körper auf der Oberfläche des Waſſers ſchwimmen, welche ſpeciſiſch ſchwerer als Waſſer ſind, z. B. kleine Metallfeile, Sandkörner, kleine feine Nähnadeln u. ſ. f. iſt bisher faſt allgemein ſo erkläret worden, daß beym Auflegen ſolcher Körper auf dem Waſſer durchs Verdrängen der Lufttheile zwiſchen der Oberfläche des Körpers kleine Luftbläschen entſtehen, welche ſich an den Körper und an das Waſſer anhängen, oder daß ſich in den Körpern ſelbſt eingeſchloſſene Luft befindet. M. ſ. den Artikel: **Schwimmen** Th. IV. S. 551. Dieſe Erklärung ſchien aber dem **Herrn v. Rumford** nicht genügend. Um alſo den wahren Grund dieſer ſo auffallenden Erſcheinung näher aufzudecken, unternahm er es, mehrere Verſuche anzuſtellen, deren Reſultate verdienen angeführt zu werden:

1. Er brachte in ein Glas mit einem Fuße etwas Waſſer, und goß darüber eine $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Lage Schwefeläther. Nachdem alles vollkommen in Ruhe war, tauchte er eine ſehr kleine Nähnadel in horizontaler Lage in den Schwefeläther bis ohngefähr 1 Linie vom Waſſer ab, und ließ ſie alsdann fallen. Sie ſank bis an die Oberfläche des Waſſers; hier erhielt ſie ſich aber ſchwimmend.

2. Derſelbe Erfolg fand ſtatt, als er ſehr feines ſchwarzgewordenes Zinnpulver, das ſich mittelſt einer Loupe als lauter kleine Kügelchen von verſchiedener Größe zeigte, ſanft aus der Höhe von $\frac{1}{4}$ Zoll auf die Oberfläche des Schwefeläthers fallen ließ.

3. Sehr fein zertheilte Queckſilberkügelchen von $\frac{1}{5}$ Linie im Durchmeſſer blieben ebenfalls einzeln etwa $\frac{1}{2}$ Linie vom Waſſer ab ſanft darauf gethan an der Oberfläche des Waſſers ſchweben. Hielt man hiebey das Auge etwas niedriger als die Waſſerfläche, ſo daß man das Tröpſchen von unten herauf ſah, ſo ſchien es, als ſchwebe es in einem Sacke, etwas über dem Niveau des Waſſers. Ein zweytes Queckſilbertröpſchen auf dieſelbe Art aufs Waſſer gebracht, näherte ſich dem erſtern mit zunehmender Geſchwindigkeit, und ſtürzte ſich in denſelben Sack,

Digitized by Google

der nun länger wurde, die beyden Queckſilbertröpſchen floſſen aber nicht zuſammen. Auch ein drittes Queckſilbertröpſchen vereinigte ſich mit den beyden vorigen; allein das vereinte Gewicht war nunmehr zu groß, der Sack riß, und die Kügelchen ſanken im Waſſer zu Boden.

Wurde dieſer Verſuch mit etwas größern Queckſilberkügelchen wiederholt, die $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmeſſer hatten, ſo durchbrachen ſie jedesmal die Waſſerhaut, und fielen zu Grunde. Vermehrte er hingegen die Klebrigkeit des Waſſers dadurch, daß er darin ein wenig Gummi Arabic. auflöſete, ſo blieben ſelbſt noch größere Queckſilbertropfen über der Waſſerfläche ſchweben.

Die Reſultate dieſer Verſuche waren unter einander ähnlich, der Herr v. Rumford mochte ſtatt des Schwefeläthers über das Waſſer eine Lage Terpentinöhl oder eine Lage Olivenöhl gegoſſen haben, nur mit dem bloßen Unterſchiede, daß in den beyden letztern Fällen noch etwas größere Queckſilberkügelchen auf der Waſſerfläche ſchwebend erhalten zu werden ſchienen, und bey dem Verſuche mit Zinnpulver einige wenige der feinſten Zinntheilchen an der Oberfläche des Oehls ſchwammen.

4. Durch ein beſonderes Mittel hatte er Alkohol über Waſſer ſo zu bringen geſucht, daß beyde Flüſſigkeiten eben ſo beſtimmt abgeſchnitten erſchienen, als Oehl und Waſſer. Als er nun aus einer ſehr kleinen Höhe etwas von dem feinen Zinnpulver auf den Alkohol fallen ließ, ſo ſank es durch beyde Flüſſigkeiten bis auf den Boden hinab, ohne daß ſich nur der geringſte Widerſtand an der Flächengränze des Alkohols und Waſſers hätte wahrnehmen laſſen. Es ſchien ihm wahrſcheinlich, obgleich dieſe Gränze vom Auge ganz deutlich geſehen zu werden ſchien, eine chemiſche Einwirkung des Alkohols auf das Waſſer ſelbige zerſtöret zu haben.

Es war ihm darum zu thun, die Art von Haut, welche das Waſſer auf ſeiner Oberfläche wahrſcheinlich bildete, genauer zu unterſuchen, und zu dieſer Abſicht ſtellte er folgenden Verſuch an:

Digitized by Google

5. Er goß in ein cylindriſches Glas mit ſolidem Fuße von 14 Zoll Weite und 10 Zoll Höhe ſehr flüſſiges und klares Waſſer 9½ Zoll hoch, und darüber eine Lage Aether 3 Linien dick, und brachte nun mehrere kleine Körper hinein, welche auf der Waſſerfläche ſchweben blieben: ein Queckſilberkügelchen, 2 bis 3 Linien lange Stücke ſehr feinen Silberdrahtes, und ein wenig Zinnpulver. Nachdem alles in Ruhe war, nahm er das Glas vorſichtig in die Hände, und drehete es immer in vertikaler Lage zwey- bis dreymal ziemlich ſchnell um ſeine Axe. Die kleinen auf dem Waſſer ſchwimmenden Körper dreheten ſich alle zugleich mit dem Glaſe, und kamen mit demſelben in einerley Zeit zur Ruhe. Das flüſſige Waſſer unter der Oberfläche aber nahm die Kreisbewegung des Glaſes nicht ſogleich an, und verlor ſie auch nicht plötzlich, wenn er aufhörte, das Glas um ſeine Axe zu drehen. Kurz es hatte ganz das Anſehen, als ob ſich auf der Oberfläche des Waſſers eine wahre Haut befinde, welche ſo feſt an dem Glaſe ſitze, daß ſie mit demſelben zugleich ſich bewegen oder ruhen müſſe.

Als er die kleinen auf dem Waſſer ſchwimmenden Körper mit einer guten Loupe durch den Aether hindurch betrachtete, konnte er kaum noch zweifeln, daß wirklich eine ſolche Art von Haut an der Oberfläche des Waſſers vorhanden ſey, beſonders wenn er dieſe mit der Spitze einer Nadel berührte. Denn man ſahe alsdann die kleinen Körper, welche von dieſer Haut getragen wurden, alle zugleich erzittern.

Dieſen kleinen Apparat hatte er in einem Zimmer ſo lange ſtehen gelaſſen, bis der Aether verdunſtet war. Als er nun die Waſſerfläche wiederum mit der Loupe beſah, fand ſie ſich noch genau in demſelben Zuſtande. Die kleinen Körper ſchwammen noch auf ihr, und befanden ſich an denſelben Stellen und in derſelben Entfernung von einander.

Gebrauchte er zu dieſen Verſuchen ein cylindriſches Glas von einem viel größern Durchmeſſer, ſo wurde es

ihm ſchwer zu verhindern, daß die kleinen auf dem Waſſer ſchwebenden Körper ſich nicht vereinigten; alsdann aber durchbrachen ſie die Waſſerhaut, und ſanken gewöhnlich bis zum Boden hinab.

In der Vorausſetzung, daß die Waſſertheilchen ſtark an einander adhäriren, meint der Herr v. Rumford, müſſe es eine natürliche Folge ſeyn, daß an der Oberfläche des Waſſers, und ſelbſt an allen Oberflächen deſſelben eine Art von Haut entſtehe; es mögen übrigens die kleinſten Waſſertheilchen, oder vielmehr kleine flüſſige Maſſen, die aus einer großen Menge ſolcher Theilchen beſtehen, noch ſo beweglich ſeyn, wenn ſie ſich entfernt von der Oberfläche befinden, und alſo ihre Flüſſigkeit ein freyes Spiel hat.

Um den Widerſtand ſichtbar zu machen, welchen die Haut an der untern Fläche einer Waſſerſchicht einem feſten Körper entgegenſetzet, welcher in dem Waſſer frey hinab ſinkt, ſtellte der Graf v. Rumford folgende Verſuche an:

6. Er füllte ein kleines mit einem Fuße verſehenes Glas mit ganz reinem Queckſilber bis zur Hälfte an, und goß darüber 3 Linien hoch Waſſer, und über letzteres eine 2 Linien dicke Lage Aether. Als alles in Ruhe war, ließ er ein kleines Queckſilbertröpfchen von $\frac{1}{3}$ Linie im Durchmeſſer durch den Aether hinabſinken. Es war zu ſchwer, um von der Waſſerhaut getragen zu werden, zerriß ſie daher, und ſank durchs Waſſer bis an die untere Fläche deſſelben hinab. Hier blieb es aber ſtehen, ohne ſich mit der Queckſilbermaſſe zu vereinigen, auf welcher es vielmehr dem Anſcheine nach ruhete, und es verlor ſeine Kugelgeſtalt ſelbſt alsdann nicht, wenn er es mit dem Ende einer Feder hin und her bewegte, oder etwas drückte. Herr v. Rumford ſchließt hieraus, daß ohne Zweifel die Haut der untern Fläche der Waſſerſchichte die einzige Urſache ſey, welche das Kügelchen verhindere, ſich mit der Queckſilbermaſſe zu vereinigen. Weil dieſe Waſſerhaut auf der Queckſilbermaſſe auflag, ſo war es ihm natürlich zu gedenken, daß ſie ein Queckſilberkügelchen tra-

Digitized by Google

gen konnte, welches wegen des zu großen Gewichtes die Haut der obern Waſſerfläche durchbrach. Daß dies wirklich der wahre Grund war, warum das Queckſilberkügelchen an der untern Waſſerfläche ſchweben blieb, davon überzeugte er ſich noch mehr, als er dieſen Verſuch wiederholte, mit dem einzigen Unterſchiede, daß er ſtatt des reinen Waſſers Waſſer nahm, in welchem Gummi Arabicum aufgelöſet war. Hier blieben viel größere Queckſilbertropfen ſchweben, weil dadurch die Klebrigkeit des Waſſers vermehrt worden war.

Nun ſtellte er den Verſuch ſo an, daß er über das Queckſilber blos eine Aetherlage brachte. Weil die Theilchen dieſer Flüſſigkeit ſehr wenig Adhäſion unter einander zu haben ſcheinen, ſo war er in der Meynung, daß die Art von Haut, welche ſich an den Oberflächen derſelben bilde, nur wenig werde tragen können. Das Reſultat dieſes Verſuchs beſtätigte auch dieſe ſeine Vermuthung vollkommen. Selbſt die kleinſten Queckſilbertröpſchen, welche er durch den Aether hinabſinken ließ, floſſen faſt immer ſogleich mit der Queckſilbermaſſe zuſammen, und es iſt ihm nie gelungen, auf der obern Fläche des Aethers ein Queckſilbertröpſchen oder das kleinſte Zinntheilchen zum Schwimmen zu bringen. Die Reſultate dieſes Verſuchs waren dieſelben, als er Alkohol ſtatt des Aethers anwendete. Die Meynung, daß die Aethertheilchen mit ſehr viel weniger Kraft an einander adhäriren, als die Waſſertheilchen unter einander, glaubte er ſchon daraus genügend zu beweiſen, daß der Aether außerordentlich ſtark verdunſte. Folgender Verſuch ſchien ihm aber hievon den entſcheidendſten Beweis zu geben.

7. Er füllte ein kleines Glas mit Queckſilber, goß darüber eine 4 Linien dicke Aetherſchicht, und blies auf ſie mit einem gewöhnlichen Haus-Blaſebalge. In weniger als 1 Minute war aller Aether verſchwunden. Als er dieſen Verſuch mit Waſſer wiederholte, hatte ſich die Menge deſſelben nach 1 Minute noch nicht merklich vermindert.

Digitized by Google

Daß überhaupt die flüſſigen Materien, welche Tropfen bilden, in ihren Theilchen den möglichſt größten Zuſammenhang haben, beweiſet ſchon die Bildung der Tropfen, und der Herr v. Rumford macht die ſehr richtige Bemerkung, daß der Wind die Waſſertheilchen viel leichter als den feinſten und leichteſten Staub entführen, und eine Ueberſchwemmung verurſachen würde, wenn der ſo ſtarke Zuſammenhang der Waſſertheilchen unter einander plötzlich aufgehoben würde. Daß das Waſſer in Maſſe beyſammen bleibt, rührt blos von der ſtarken Adhäſion der Waſſertheilchen unter ſich her. Sie bedeckt die Waſſerfläche mit einer ſtarken Haut, welche das Waſſer ſchützt, daß es nicht vom Winde zerſtreuet wird. Ohne dieſe Adhäſion würde das Waſſer flüchtiger, als der Aether, und wandelbarer als der Flugſand ſeyn.

Auch Herr Prof. Link bemerket ſehr richtig *), daß an der Oberfläche des Waſſers offenbar nur Theilchen von einer Seite, von der andern keine, oder doch Theilchen von ganz anderer Art wirken, welchen man eine gleiche Wirkung nicht zuſchreiben kann. Mithin iſt an der Oberfläche Ziehung von einer Seite, Ungleichheit der Wirkung, folglich Hinderniß des Verſchiebens, und der flüſſige Körper ſcheint an der Oberfläche gleichſam feſt. Auch beſtätige dies die Erfahrung; denn Körper vom größern ſpecifiſchen Gewichte als Waſſer, z. B. Nadeln ſchwimmen auf der Oberfläche deſſelben, und drucken ſich dabey gleichſam als eine Haut nieder. Die Meynung, daß dieſes Phänomen den anhängenden Lufttheilchen als Urſache zugeſchrieben wird, ſey beſonders dieſer wegen nicht anpaſſend, weil man nirgends Luftbläschen entdecke, vielmehr liege die Nadel ganz über dem Waſſer, und man müßte annehmen, die Luft halte ſie durch ihre Adhäſion ſchwebend; allein einen Körper, von einem ſolchen Gewicht, als der Unterſchied des ſpecifiſchen Gewichtes von Waſſer und Metall betrage, erhalte doch die Luft nirgends ſchwebend.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXV. S. 139.

Digitized by Google

Daß die Adhäſion, oder Anziehung in der Berührung, Flächenanziehung, eine wirkliche mechaniſche Cohäſion ſey, welche blos von der Figur der Körpertheile und ihrer wechſelſeitigen Anziehung abhängt, ſo wie dies bereits von mir unter dem Artikel: Cohäſion S. 599. angegeben iſt, hat ſich durch neuere Unterſuchungen, beſonders des Herrn de la Place vollkommen beſtätiget. Da dies Phänomen blos phyſiſch iſt, und durchaus nicht a priori erkannt werden kann, ſo hält es oft ſchwer, bey Verſuchen dieſer Art die wahre Adhäſion zu erkennen, indem bey der Berührung verſchiedenartiger materieller Stoffe eine wirkliche chemiſche Einwirkung gegenſeitig ſtatt haben kann. Herr Carradori behauptete daher gegen Guyton-Morveau ganz richtig, daß keinesweges die Affinität der erſte Grad der Adhäſion ſey; denn zwey Körper adhäriren nur alsdann, wenn keiner von beyden in Anſehung ſeiner innern Eigenſchaften oder ſeiner Natur eine Aenderung leidet. Findet dieſe ſtatt, ſo iſt die Anziehung chemiſch, und kann nicht mehr Adhäſion genannt werden. Es ſcheint zwar, als wenn bey jeder chemiſchen Einwirkung zweyer verſchiedenartiger Materien eine gegenſeitige Flächenkraft, mithin eine Adhäſion, ſtatt finden müſſe; allein im Fortgange der thätigen Kräfte iſt die daher entſtandene Wirkung gar ſehr von derjenigen verſchieden, die blos durchs Anhängen oder durch die Adhäſion entſteht. Die Wirkſamkeit der chemiſchen Kraft ſchränkt ſich nicht, wie die Adhäſion, auf die Oberfläche der Körper ein, ſondern ſie iſt durchdringend.

Daß die Adhäſion eine Wirkung der anziehenden Kraſt zwiſchen den Theilchen eines Körpers unter ſich, und zwiſchen denen des einen gegen die eines andern, ſey, hat man bisher ziemlich als allgemein angenommen. In der Art aber, wie man dieſe Kraſt zur Erklärung aller möglichen Erſcheinungen, welche von der Adhäſion abhängen, angewandt hat, iſt man in Hinſicht der dazu fingirten Vorausſetzungen abgewichen. Erſt la Place nahm Vorausſetzungen an, welche die geſammten Phä-

nomene der Adhäſion am befriedigendſten erklären. Durch eine ſehr fruchtbare Anwendung der Mathematik auf dieſe Vorausſetzungen entwickelte er in mehreren Aufſätzen die allgemeinen Geſetze aller hieher gehörigen Erſcheinungen, und fand ſie durch genau angeſtellte Verſuche aufs vollkommenſte beſtätiget. Eine ſolche genaue Uebereinſtimmung der Theorie mit den Erfahrungen iſt in der Phyſik der ſicherſte Prüfſtein, daß die Vorausſetzungen, auf welchen die Theorie beruhet, als wahr angenommen werden können. Dieſe Bemühungen des Herrn la Place geben aber auch zugleich einen Beweis ab, daß wir am ſicherſten und verſtändlichſten die allerwichtigſten Erſcheinungen in der Natur auf die dynamiſche Anſicht zurückführen. Da die Wirkungen der Haarröhrchen ihren Grund ebenfalls in der Kraft der Adhäſion haben, welche den bekannten hydroſtatiſchen Geſetzen zu widerſprechen ſcheinen, ſo war die ſo auffallende Erſcheinung der Haarröhrchen der erſte Gegenſtand der Bearbeitung des Herrn la Place. Nachher zeigte er, daß die von ihm entwickelte Theorie über die Erſcheinungen der Haarröhrchen bey allen möglichen Erſcheinungen, welche von der Adhäſion abhängen, ihre Anwendung findet. Ich kann die kurze und hinreichende Darſtellung dieſer ſeiner Theorie nicht bis zu dem Artikel: Haarröhrchen verſparen, weil ich ſonſt eine Undeutlichkeit befürchten müßte, wenn ich ſie auf die in dieſem Artikel vorkommenden Erſcheinungen allein anwenden wollte.

Herr la Place nahm nach der faſt allgemeinen Meynung an, daß die Urſache der haarröhrartigen Erſcheinungen in der Anziehung liege, welche die tropfbaren Flüſſigkeiten auf ſich ſelbſt, und auf Körper, die darin eingetaucht ſind, ausüben. Dieſe allgemeine Urſache modificirte er nur dahin:

1. Daß die Wirkung der anziehenden Kraft nur in unendlich oder unmerklich kleiner Entfernung erfolge; und

---

a) Journal de physique, 1806. p. 120. ff.

dieſe Vorausſetzung iſt ein unterſcheidender Punkt ſeiner Theorie. Bey dem geringſten ſichtbaren Zwiſchenraume zwiſchen dem feſten und flüſſigen Körper hört die gegenſeitige Anziehung auf, oder bringt keine merkliche Wirkung hervor:

2. Daß von der Anziehung, welche zwiſchen dem feſten und flüſſigen Körper ſtatt findet, die Geſtalt der Oberfläche des flüſſigen Körpers abhänge, und dieſe bey den haarröhrartigen Erſcheinungen einen Hauptumſtand ausmache.

Wenn ſich nämlich eine tropfbare Flüſſigkeit in einem Gefäße befindet, ſo iſt es gar nicht gleichgültig, ob die Oberfläche derſelben eben oder **hohl** (concav), oder **erhaben** (convex) iſt. Denn nicht allein der Druck, welcher durch die Schwere nach der vertikalen Richtung aller flüſſigen Theile beſtimmt wird, ſondern auch noch beſonders die gegenſeitige Anziehung der kleinſten flüſſigen Theile unter ſich geben der Oberfläche der Flüſſigkeit ihren gehörigen Stand. In dem Innern der Flüſſigkeit heben ſich alle dieſe Anziehungen der Theilchen gegen einander auf, weil ſie nach allen möglichen Richtungen hin gleich ſind; an der Oberfläche hingegen findet allerdings ein Unterſchied ſtatt. Es befinde ſich nämlich in dem Gefäße (Fig. 2.) ABCD bis zur Höhe DC Waſſer, ſo wird jedes Theilchen im Innern, wie z. B. a von den angrenzenden Theilchen nach allen möglichen Richtungen gleich ſtark angezogen, und alle Wirkungen müſſen ſich aufheben; daher erhält dadurch das Theilchen a kein Beſtreben weder auf- noch unterwärts ſich zu bewegen. Gedenkt man ſich hingegen ein Waſſertheilchen in der Oberfläche des Waſſers, z. B. in b, ſo wird dieſes von dem gleich unmittelbar darunter liegenden Theilchen unterwärts gezogen, und dieſe Wirkung wird durch keine Anziehung aufwärts aufgehoben, weil über b keine Waſſertheilchen mehr befindlich ſind. Daher erhält das Theilchen b außer der Kraft, welche es durch die Schwere erlangt, ſich herabzubewegen, noch eine andere durch die Anziehung des zunächſt

Digitized by Google

liegenden Waſſertheilchens bewirkte Kraft. Wenn nun das Gefäß ABCD von einem weiten Umfange iſt, alſo die Oberfläche des Waſſers als völlig eben angenommen werden kann, ſo iſt die Richtung, nach welcher alle Theilchen in der Oberfläche durch die Anziehung der Waſſertheilchen ſelbſt gezogen werden, mit der Richtung der Schwere einerley; und beyde Richtungen werden daher gewöhnlich nicht unterſchieden.

Iſt dagegen die Oberfläche des Waſſers nicht eben, ſondern gekrümmt, ſo iſt die Richtung, nach welcher die Theilchen durch Anziehung der angrenzenden herabwärts gezogen werden, nur in dem Berührungspunkte der horizontalen Ebene mit der krummen Oberfläche ſenkrecht auf die Ebene des Horizontes, mithin mit der Richtung der Schwere einerley; in allen übrigen Stellen aber weicht ſie davon ab. Hier entſteht alſo die Frage, ob die geſammte Wirkung der Anziehung auf die Theilchen der Oberfläche einer gekrümmten Fläche größer oder kleiner iſt, als bey einer ebenen?

Vergleichet man nun zuerſt die erhabene Fläche mit der ebenen, ſo erhellet ſehr leicht, daß die krumme Fläche größer iſt, als die ebene, welche von denſelben Grenzen umſchloſſen wird. Demnach gibt es in der krummen Fläche mehrere Stellen, als in der ebenen, auf welche die Anziehung der tropfbar flüſſigen Materie wirken kann. Hieraus ließe ſich ſchon der Schluß machen, daß die Kraft, womit ſie dadurch herabwärts gedruckt wird, größer wäre als bey einer ebenen Fläche. Allein die Richtung, nach welcher dieſe Wirkung erfolgt, iſt nicht, wie bey der ebenen Fläche, der Richtung der Schwere gleich, ſondern geht vielmehr nach dem Mittelpunkte der Kugel, und dadurch wird die Wirkung wieder um eben ſo viel vermindert, daß die krumme Fläche in dieſer Rückſicht der ebenen wieder gleich wird. Dagegen kommt aber bey einer erhabenen Fläche ein anderer Umſtand in Betrachtung. Ein jeder Punkt dicht unter der Oberfläche kann auf mehrere Punkte der Oberfläche ſelbſt wirkſam ſeyn,

Digitized by Google

als es bey einer ebenen Fläche möglich iſt. Es ſey nämlich (Fig. 3.) AbB die erhabene krumme Fläche, welche von der Ebene CD in b berühret wird; unmittelbar unter b liege das Theilchen a, welches das Theilchen b durch ſeine anziehende Kraft herabzutreiben ſtrebt: ſo iſt klar, daß die zur Seite liegenden Theilchen in der ebenen Fläche CD weiter von a entfernt ſind, als die Theilchen in der krummen Fläche. Da nun nach la Place Vorausſetzung dieſe Anziehung nur in unmerklicher Entfernung wirkt, ſo iſt hieraus ſchon deutlich, daß der Unterſchied in der Entfernung einen beträchtlichen Unterſchied in der Stärke der Anziehung hervorbringen kann. Hieraus folgt alſo, daß die Wirkung der Anziehung, welche das Theilchen a auf die erhabene Fläche ausübt, größer ſeyn müſſe, als diejenige, welche es auf die ebene Fläche ausüben kann. Eben daſſelbe findet bey allen andern Punkten dicht unter der erhabenen Oberfläche der flüſſigen Materie ſtatt. Die Wirkung ihrer Anziehung auf die Oberfläche iſt ſtärker, als bey einer ebenen Fläche. Es kann folglich die Summe aller dieſer Wirkungen einen beträchtlichen Unterſchied in der Stärke, womit die erhabene, und derjenigen, womit die ebene Fläche ſenkrecht herab gedruckt wird, hervorbringen. Zugleich erhellet auch hieraus, daß dieſer Unterſchied deſto größer ausfallen muß, je größer die erhabene Krümmung der Oberfläche der flüßigen Materie iſt. Denn alsdann iſt ihre Abweichung von der ebenen Fläche, welche die erhabene Fläche berühret, deſto größer, und es müſſen folglich mehrere Theilchen der Oberfläche in die Wirkungsſphäre der Anziehung der darunter liegenden Theilchen, dergleichen a iſt, gebracht werden. Bey ſphäriſchen Flächen aber verhalten ſich die Krümmungen verkehrt wie die Halbmeſſer der Kugeln; mithin wird auch die Stärke, mit welcher die Anziehung auf die erhabene ſphäriſche Oberfläche wirkt, bey einerley Flüſſigkeit ſich umgekehrt wie die Halbmeſſer der Kugeln verhalten, von welchen die obern Theile der Flüſſigkeiten Abſchnitte ſind.

Digitized by Google

Von der erhabenen Oberfläche läßt ſich leicht der Schluß auf die concave Fläche machen: bey dieſer findet die Anziehung der Theilchen, welche zunächſt der Oberfläche liegen, gerade auf die entgegengeſetzte Art, wie bey der erhabenen ſtatt, nämlich: die Wirkung derſelben iſt kleiner als bey der ebenen Fläche. Man betrachte die concave Fläche (Fig. 4.) DbC, welche von der Ebene AB in b berühret wird, und unmittelbar unter b liege das Theilchen a, ſo wird zwar b auf dieſelbe Art, wie bey der erhabenen und ebenen Fläche durch die Anziehung von a herabgetrieben, aber die zur Seite liegenden Theilchen in der concaven Fläche ſind von a weiter entfernet, als die in der ebenen, und kommen daher deſto eher aus der Sphäre der Anziehung von a heraus. Mithin iſt die geſammte Wirkung von a auf die concave Fläche geringer als auf die ebene: und da daſſelbe von jeder andern Stelle unter der Oberfläche gilt, ſo iſt klar, daß die concave Fläche durch die Anziehung weniger herabgetrieben wird, als die ebene. Auch hier muß der Unterſchied deſto größer ausfallen, je mehr die Fläche concav iſt. Man kann daher ebenfalls ſchließen: daß die Kraft, mit welcher die Flüſſigkeit durch die Anziehung niederwärts getrieben wird, ſich umgekehrt wie die Krümmung der Oberfläche, oder wie die Halbmeſſer der Kugeln verhalte, welchen die Abſchnitte zugehören.

Wenn man das Bisherige auf die haarröhrartigen Erſcheinungen anwendet, ſo erhellet leicht, daß, wenn die anziehende Kraft der innern Fläche der Röhre und der in ihr enthaltenen tropfbaren Flüſſigkeit dieſe letztere dahin beſtimmet, um eine convexe oder erhabene Oberfläche anzunehmen, auch die Kraft, mit welcher dieſe Flüſſigkeit herabgedruckt wird, ſtärker ſeyn müſſe, als diejenige, welche auf die ebene Fläche einer gleich dicken Säule auf die äußere Flüſſigkeit wirkt. Hieraus folgt alſo nothwendig, daß die äußere Flüſſigkeit höher ſtehen müſſe, als die im Haarröhrchen befindliche. Beſtimmt dagegen die anziehende Kraft der innern Fläche der Röhre

und der in ihr enthaltenen Flüſſigkeit die letztere, eine concave oder hohle Oberfläche anzunehmen, ſo iſt die Kraft, mit welcher dieſe Flüſſigkeit im Haarröhrchen niederwärts gedruckt wird, geringer als diejenige, welche auf die ebene Fläche der äußern Flüſſigkeit wirkt; mithin muß auch die Flüſſigkeit in dem Haarröhrchen höher als außerhalb ſtehen.

Weil nun die Stärke, mit welcher die anziehende Kraft auf die erhabene oder convexe Oberfläche wirkt, ſich umgekehrt, wie die Halbmeſſer der Kugelabſchnitte verhält, ſo müſſen auch in Haarröhrchen von verſchiedenen Weiten und von einerley Materie die Tiefen der in den Haarröhrchen herabgedruckten Säulen von dem äußern Niveau bey einerley flüſſigen Materie ſich umgekehrt wie dieſe Halbmeſſer verhalten. Wäre z. B. der Halbmeſſer des Kugelabſchnittes in der einen Röhre noch einmal ſo groß, als in der andern, ſo müßte auch die Flüſſigkeit in der erſten Röhre nur halb ſo tief unter dem äußern Niveau ſtehen, als in der andern Röhre.

Wenn dagegen die Flüſſigkeit in dem Haarröhrchen mit einer concaven Oberfläche ſich endiget, ſo iſt die Kraft, mit welcher ſie herabwärts gedruckt wird, deſto geringer, je kleiner der Halbmeſſer des Kugelabſchnittes iſt, mithin auch die Höhe der Flüſſigkeit im Röhrchen deſto größer über dem Niveau der äußern Flüſſigkeit. Daher müſſen ſich bey Haarröhrchen aus einerley Materie von verſchiedenen Weiten in einerley Flüſſigkeit die Höhen der Säulen in den Röhrchen über dem äußern Niveau ebenfalls zu einander verhalten umgekehrt wie die Halbmeſſer der Kugelabſchnitte, welche die Flüſſigkeit in den Röhrchen bildet.

Hieraus kann man nun ferner finden, wie ſich der Stand der Flüſſigkeit in der Röhre über oder unter dem äußern Rande derſelben in Rückſicht auf die Weite oder den Durchmeſſer der Röhre ſelbſt verhalte. Herr la Place hat nämlich bemerket, daß ſich die Oberfläche der flüſſigen Säule deſto mehr einem Kugelabſchnitte nähere, je enger die Röhre iſt, und daß bey einerley Flüſſigkeit

Digitized by Google

und einerley Materie der Haarröhrchen die Kugelabſchnitte beynahe einander ähnlich wären. Das letztere laſſe ſich ſchon daraus ſchließen, daß, weil die Anziehung der innern Fläche der Röhre gegen die Flüſſigkeit nur auf eine unmerkliche Entfernung ſich erſtrecke, die Weite der Röhre in Hinſicht dieſer Anziehung gleichgültig ſey. Denn wäre auch die Röhre noch ſo enge, ſo würde der Durchmeſſer derſelben gegen die Weite der Anziehung immer noch zu groß ſeyn. Daher muß auch der Rand der Flüſſigkeit gegen die innere Wand der Röhre beſtändig eine gleiche Neigung haben, die Röhre mag weit oder enge ſeyn, und hieraus folgt, daß die Kugelabſchnitte, welche die Flüſſigkeit in der Oberfläche bildet, einander ähnlich ſind. Damit dies deſto verſtändlicher werde, nehme man an (Fig. 5. und 6.), ABCD und DEFG wären die vertikalen Durchſchnitte zweyer ſenkrecht ſtehenden Röhren, ſo werden die Bogen aib und ekf die Durchſchnitte der erhabenen Kugelabſchnitte vorſtellen, welche an der Oberfläche der in den Röhren befindlichen Flüſſigkeiten gebildet werden, und wozu die Halbmeſſer ac und eg gehören. Durch die Punkte a und e ziehe man die Tangenten ad und eh, welche folglich auf ac und eg ſenkrecht ſtehen, ſo ſtellen die Winkel dab und hef die Neigungen der Bogen bia und fke gegen die horizontalen Linien ab und ef vor. Weil nun AB, DC, EF und HG als lothrecht ſtehend gedacht werden, ſo iſt

Aab = dac = R = Eef = heg, mithin auch
Aab — dab = dac — dab oder
Aad = bac, und
Eef — hef = heg — hef, oder
Eeh = feg; da nun wegen AB ⌗ EF
Aad = Eeh, ſo muß auch
bac = feg ſeyn.

Weil ferner das Dreyeck acb ſowohl als auch das Dreyeck egf ein gleichſchenklichtes Dreyeck iſt, ſo iſt auch der Winkel cab = cba = gef = gfe, mithin der Winkel

c = g, und das Dreyeck cab iſt dem Dreyeck gef, ſo wie der Bogen aib dem Bogen ekt ähnlich.

Der Beweis iſt derſelbe, wenn man ſtatt der convexen Bogen hohle oder concave ſetzt. Die Aehnlichkeit der beyden genannten Dreyecke giebt

ac : eg = ab : ef.

Da nun ac und eg die Halbmeſſer der Kugel vorſtellen, zu welchen die Kugelabſchnitte, die in den Röhren durch die Flüſſigkeit in der Oberfläche gebildet werden, ab und ef aber die Durchmeſſer der Röhren ſelbſt ſind, und nach dem obigen die Stärke, womit die Flüſſigkeit in den Röhren herabgedruckt wird, umgekehrt wie die Halbmeſſer der Kugeln ſich verhält; ſo folgt, daß in ungleich weiten Haarröhrchen, welche aus einerley Materie beſtehen, einerley Flüſſigkeit über ihrem Niveau außerhalb derſelben zu Höhen auſteigen oder unter demſelben ſtehen bleiben muß, welche dem Durchmeſſer der Röhrchen umgekehrt proportional ſind. Auch hat Herr la Place aus ſeiner Theorie dieſes Geſetz entwickelt, daß zwiſchen zwey ſenkrechten und parallelen einander ſehr nahen ebenen Flächen, zwiſchen welchen eine Flüſſigkeit in die Höhe ſteiget, die Höhe derſelben über oder unter dem Niveau im verkehrten Verhältniſſe der Entfernung der beyden Ebenen von einander ſtehen, und genau ſo hoch oder ſo tief ſeyn müſſe, als der Stand derſelben Flüſſigkeit in einem Haarröhrchen aus gleicher Materie, deren innerer Durchmeſſer halb ſo groß iſt, als die Entfernung beyder Ebenen von einander. Die aus dieſer Theorie hervorgegangenen Reſultate, nebſt andern Folgerungen, welche ähnliche Erſcheinungen beſtimmen, ließ Herr la Place durch neue ſehr genaue Verſuche prüfen, welche beſonders die Herren Hay und Tremery angeſtellet haben. Alle dieſe Verſuche ſtimmten mit der Theorie aufs vollkommenſte, ſo daß alſo kein Zweifel von der Richtigkeit der Vorausſetzungen, auf welche ſich dieſelbe gründet, übrig blieb. Herr la Place hatte bey dieſen ſeinen erſten Bemühungen die haarröhrartigen und andern ähnlichen Er-

Digitized by Google

ſcheinungen blos aus den Wirkungen, welche von de Geſtalt der Oberfläche der Flüſſigkeit abhangen, hergelei tet. In einer neuern Arbeit über dieſen Gegenſtand abe nahm er auf die verſchiedene Anziehungen, welche theils zwiſchen der Röhre und der Flüſſigkeit, theils zwiſchen den verſchiedenen Theilen der Flüſſigkeit ſelbſt ſtatt finden, Rückſicht. Dadurch erlangte Herr la Place den Vortheil, daß ſeine Theorie viel einfacher und allgemeiner wurde, und ſich über alle mögliche Erſcheinungen, welche von der Adhäſion abhängen, erſtreckte. Dieſe neue Theorie des Herrn la Place *) iſt im weſentlichſten folgende:

Man denke ſich eine prismatiſche Röhre (Fig. 7) ABCD mit einer gleichgültigen Grundfläche, deren Seitenflächen gegen die Grundflächen ſenkrecht ſind. Dieſe Röhre ſey mit dem einen Ende DC unter einer ſtillſtehenden Flüſſigkeit, deren horizontale Oberfläche MN vorſtellet, ſo eingetaucht, daß die ganze Röhre lothrecht iſt, mithin auf der flüſſigen Oberfläche ſenkrecht ſteht, und in ihr erhebe ſich die Flüſſigkeit über das äußere Niveau MN. Daß die Flüſſigkeit in der Röhre über die äußere Oberfläche derſelben hinaufſteiget, davon kann der Grund blos darin liegen, daß die innern Wände der Röhre eine Anziehung auf die Flüſſigkeit, und die Theilchen derſelben eine Anziehung unter ſich ausüben. Die zunächſt an einer Röhrenwand liegende Schicht der flüſſigen Materie wird nämlich durch dieſe Anziehung gehoben; dieſe Schicht erhebt eine zweyte, die zweyte eine dritte u. ſ. f. bis endlich das Gewicht der erhobenen Säule der flüſſigen Materie den Kräften, welche noch mehr zu heben ſtreben, das Gleichgewicht hält.

Um nun das in die Höhe gehobene Volumen der flüſſigen Materie, bey welchem das Gleichgewicht ſtatt findet, zu beſtimmen, gedenke man ſich am Ende der einge-

*) Sur l'action capillaire im journ. de phyſique. Decem 1806. Supplement à la theorie de l'action capillaire im journal de phyſique. Juillet 1807.

tauchten Röhre DC eine eingebildete Fortſetzung DCFHKI, ſo nämlich, daß die unendlich dünnen Wände dieſer zweyten Röhre die Erweiterung der innern Oberfläche der erſten Röhre ſind, und daß dieſe Wände ſelbſt gar nicht auf die Flüſſigkeit wirken, mithin die Einwirkung der erſten Röhre ABCD und der Flüſſigkeit auf einander auf keine Art ſtören. Dieſe zweyte eingebildete Röhre ſey anfänglich lothrecht, krümme ſich dann horizontal, und nehme zuletzt die lothrechte Richtung bis zur Oberfläche MN der Flüſſigkeit wieder an, behalte dabey aber überall einerley Figur und einerley Weite. Es iſt hiebey für ſich klar, daß bey der Vorausſetzung des Gleichgewichtes der Druck der flüſſigen Materie in beyden lothrechten Armen ABFE und IGHK des eingebildeten Kanals AFHK einander gleich ſeyn muß. Weil aber in dem erſteren Arme eine größere Flüſſigkeit ſich befindet, als in dem andern, ſo muß der daher entſtandene größere Druck durch die vertikalen Anziehungen zerſtört werden, welche die prismatiſche Röhre und die Flüſſigkeit auf die im erſten Arme befindliche Flüſſigkeit ausüben. Der Deutlichkeit wegen iſt es nöthig, dieſe verſchiedenen Anziehungen genau und einzeln zu unterſuchen.

Da die erſte Röhre ABCD ein Prisma iſt und ſenkrecht auf der Oberfläche der Flüſſigkeit MN ſteht, ſo muß die Grundfläche deſſelben wagrecht ſeyn. Die in dem erſten ſenkrechten Arme DCEF der zweyten Röhre enthaltene Flüſſigkeit wird lothrecht niedergezogen 1) durch ſich ſelbſt, und 2) durch die Theilchen der zunächſt liegenden Flüſſigkeit; aber beyde Anziehungen werden durch die ähnlichen Anziehungen aufgehoben, welche auf die Flüſſigkeit in dem andern Arme IKHG dieſer Röhre in der Nähe der Oberfläche wirken. Es wird aber auch 3) die in DCEF befindliche Flüſſigkeit vertikal aufwärts gezogen durch die Flüſſigkeit in der erſten Röhre ABCD; aber auch dieſe Anziehung wird dadurch aufgehoben, daß jene Flüſſigkeit dieſe letztere mit eben der Kraft herabwärts zieht. Endlich wird 4) die Flüſſigkeit in dem Schenkel

Digitized by Google

DCFE der zweyten Röhre vertikal aufwärts gezogen, durch die prismatiſche Röhre ABCD ſelbſt, und es entſteht dadurch in der Flüſſigkeit eine vertikal aufwärts gerichtete Kraft, die = Q heißen mag; dieſe trägt wirklich dazu bey, die in der erſten Röhre ABCD erhobene Flüſſigkeit über dem Niveau der umgebenden Flüſſigkeit zu erhalten.

Was die Kräfte betrifft, welche auf die in der erſten Röhre ABCD enthaltene Flüſſigkeiten wirken, ſo finden an dem untern Theile derſelben folgende Anziehungen ſtatt: 1) die Anziehung, welche die Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt äußert; dieſe kommt aber hier nicht in Rechnung, weil die gegenſeitigen Anziehungen der Theilchen einem Körper keine Bewegung einzudrucken vermögen, wenn er feſt iſt, und man unbeſchadet des Gleichgewichtes ſich denken kann, das Waſſer der erſten Röhre ſey feſt geworden. 2) Das in der andern Röhre DFEC enthaltene Flüſſige zieht die Flüſſigkeit in der erſten Röhre herabwärts; aber es iſt bereits bemerkt worden, daß die wechſelſeitigen Anziehungen der Flüſſigkeiten in beyden Röhren ſich aufheben. 3) Die äußere Flüſſigkeit, welche die andere Röhre umgibt, zieht die in der erſten Röhre befindliche Flüſſigkeit ſenkrecht herabwärts; und dieſe Kraft kommt wirklich in Rechnung; man ſetze ſie = — Q′, weil ſie, als der vorhin gefundenen Q entgegengeſetzt wirkend mit — bezeichnet werden muß. 4) Zu dieſen Anziehungen kommt endlich noch eine vierte hinzu; nämlich die in der erſten Röhre ABCD enthaltene Flüſſigkeit wird auch von dieſer Röhre ſelbſt in die Höhe gezogen, und zwar mit einer Kraft, welche gleichfalls = Q oder gerade ſo groß iſt, als die Anziehung, welche eben dieſe Röhre auf die Flüſſigkeit in der zweyten Röhre ausübet. Denn wenn man irgendwo den untern Theil der in der erſten Röhre ABCD enthaltenen Flüſſigkeit horizontal abſchneidet, ſo kann der untere abgeſchnittene Theil der Röhre, welcher überall rund um mit der Flüſſigkeit in Berührung iſt, keine vertikal aufwärts gerichtete Anziehung auf die Flüſſigkeit hervorbrin-

Digitized by Google

gen, ſondern blos der oberhalb liegende Theil der Röhre vermag dies zu bewirken; mithin wirkt auch für die ganze flüſſige Materie, welche in der prismatiſchen Röhre ABCD enthalten iſt, nur der oberhalb liegende Theil der Röhre, und zwar eben ſo, wie die prismatiſche Röhre ABCD auf die in der zweyten Röhre enthaltene Flüſſigkeit durch Anziehung wirkt.

Hiernach iſt alſo die geſammte vertikale Kraft, welche die Flüſſigkeit, die in dem erſten Arme ABEF des Kanals ABEHK enthalten iſt, aufwärts zieht $= 2Q - Q'$. So groß iſt mithin auch das Gewicht desjenigen Theils der Flüſſigkeit in der Röhre, der über dem äußern Rand derſelben erhoben iſt, weil beyde einander das Gleichgewicht halten müſſen. Wenn daher das Volumen dieſes Theils der Flüſſigkeit $= V$, ihre Dichtigkeit $= D$, und die Schwerkraft $= g$ geſetzet wird, ſo iſt das Gewicht deſſelben $= gDV$. Demnach erhält man die Gleichung

$$gDV = 2Q - Q'.$$

Da die Anziehungen, welche hier wirkſam ſind, nur in unendlich kleinen Entfernungen merkbar ſind, ſo wirken die eingetauchten Röhrenwände nur auf die ihnen äußerſt nahen flüſſigen Säulen, und man kann daher die Krümmung der Röhrenwände gänzlich beſeitigen, und die Röhrenwand als in eine Ebene ausgebreitet anſehen. Die Kraft Q wird alsdann der Breite dieſer Ebene, oder welches einerley iſt, dem Umfange der innern Grundfläche der Röhre proportionirt ſeyn. Bezeichnet man nun dieſen Umfang mit c, und ſetzet, es ſey die anziehende Kraft der Röhre gegen die Flüſſigkeit an irgend einer Stelle des Umfanges $= \varrho$, ſo iſt die geſammte Anziehung der Röhre in der ganzen Ausdehnung ihres Umfanges $= \varrho c$, und da dieſe mit Q iſt angedeutet worden, ſo iſt $Q = \varrho c$.

Auf eine ähnliche Art kann man $Q' = \varrho' c$ ſetzen, wenn ϱ' die anziehende Kraft der Flüſſigkeit gegen ſich ſelbſt an irgend einer Stelle bedeutet.

Setzt man nun dieſe Werthe ſtatt Q und Q' in obige Gleichung, ſo erhält man

Digitized by Google

$gDV = 2\varrho c - \varrho' c = (2\varrho - \varrho')c$, und hieraus findet man

$$V = \frac{(2\varrho - \varrho')c}{gD}.$$

Da nun der Ausdruck $\frac{2\varrho - \varrho'}{gD}$ bey einerley Art von Flüſſigkeit und einerley Materie der Röhre unverändert bleibt, mithin als eine beſtändige Größe betrachtet werden kann, ſo folgt aus jener Gleichung dieſes Geſetz:

Wenn man irgend eine prismatiſche Röhre mit ihrem untern Ende ſenkrecht in eine Flüſſigkeit von unbeſtimmter Ausdehnung tauchet, ſo iſt das Volumen von demjenigen Theile der Flüſſigkeit, welcher durch die Wirkung der Haarröhren über das Niveau der äußern Flüſſigkeit gehoben wird, gleich dem Umfange der innern Grundfläche des Prisma multipliciret mit eben gedachter beſtändigen Größe.

Um dieſe beſtändige Größe zu beſtimmen, verlangt la Place, daß man die Erhöhung einer Flüſſigkeit über ihren äußern Stand in einer ſehr engen cylindriſchen Röhre beobachten ſoll. Es ſey alſo dieſe Höhe $= q$, der Halbmeſſer des Querſchnittes der cylindriſchen Röhre $= l$, und $1 : \pi$ das bekannte Verhältniß des Durchmeſſers zur Peripherie, ſo iſt V ſehr nahe $= l^2\pi q$, und $c = 2l\pi$. Subſtituirt man dieſe Werthe in die vorige Gleichung für V, ſo ergiebt ſich

$$l^2\pi . q = \frac{2\varrho - \varrho'}{gD} . 2l\pi$$

und auf beyden Seiten durch $l\pi$ dividiret

$$lq = \frac{2\varrho - \varrho'}{gD} . 2 \text{ und}$$

$$\frac{lq}{2} = \frac{2\varrho - \varrho'}{gD}.$$

Wenn nun $2\varrho = \varrho'$, oder $\varrho = \frac{1}{2}\varrho'$ wird, ſo erhellet, daß alsdann $q = 0$ wird, d. h. wenn die Anziehung der

Röhre gegen die Flüſſigkeit nur halb ſo groß iſt, als die Anziehung der Flüſſigkeit unter ſich, ſo findet gar keine Erhöhung ſtatt.

Wenn aber $2\varrho < \varrho'$, ſo wird q negativ, d. h. die Erhöhung verwandelt ſich in eine Erniedrigung unter dem äußern Niveau der Flüſſigkeit.

Mit dieſem veränderten Ausdrucke iſt

$$V = \frac{lq}{2} \cdot c$$

Nennt man mit la Place die Grundfläche des Canals der prismatiſchen Röhre $= b$, und h die mittlere Höhe aller Punkte der Oberfläche der in ihr erhobenen Flüſſigkeit, ſo iſt $V = hb$, und mithin für jede Röhre

$$h = \frac{V}{b} = \frac{lq}{2b} \cdot c$$

Man denke ſich nun eine andere prismatiſche Röhre von gleicher Materie, deren Grundfläche der Grundfläche jener Röhre ähnlich iſt, und bezeichne ein Paar gleichnahmige Seiten beyder Grundflächen mit a und α; ſo verhalten ſich nach geometriſchen Gründen die Grundflächen zu einander, wie $a^2 : \alpha^2$, und ihre Umfänge wie $a : \alpha$. Setzt man daher die mittlere Höhe der Flüſſigkeit in der zweyten Röhre $= h'$, ſo hat man

$$h : h' = \frac{lq}{2a^2} \cdot a : \frac{lq}{2\alpha^2} \cdot \alpha$$

$$= \frac{1}{a} : \frac{1}{\alpha}$$

$$= \alpha : a \text{ d. h.}$$

die Höhen verhalten ſich umgekehrt wie die gleichnahmigen Seiten der Grundflächen.

Sind die Grundflächen der Röhren ähnliche regulaire Polygone, ſo verhalten ſich die Seiten entweder wie die größten oder wie die kleinſten Halbmeſſer; mithin verhalten ſich die Höhen der Flüſſigkeiten in ſolchen

Digitized by Google

Röhren umgekehrt, wie die größten oder kleinſten Halbmeſſer der regulairen Polygone.

Da nun die Kreiſe als ähnliche regulaire Polygone von unendlich vielen Seiten betrachtet werden können, ſo müſſen ſich auch in cylindriſchen Haarröhren die Höhen der Flüſſigkeiten über ihrem äußern Niveau umgekehrt wie die Halb- oder Durchmeſſer verhalten.

Auf ſolche Art läßt ſich alſo auch das Hauptgeſetz bey den Erſcheinungen der Haarröhrchen, daß nämlich die Höhe oder Tiefe der Flüſſigkeit in cylindriſchen Röhren über oder unter dem äußern Niveau ſich umgekehrt, wie die Durchmeſſer verhalte, aus dieſen Formeln ſehr leicht beweiſen.

Iſt die Grundfläche der ſenkrechten prismatiſchen Röhre ein Rechteck, deſſen längere Seite $= a$, und deſſen kleinere $= 2r$, ſo iſt der Quadratinhalt der Grundfläche $= 2ra$, und der Umfang derſelben $2a + 4r = 2(a + 2r)$; mithin iſt die Höhe der Flüſſigkeit in dem Haarröhrchen

$$h = \frac{lq}{2 \cdot 2ra} \cdot 2(a + 2r) = \frac{lq}{2ra}(a + 2r);$$

Vergleichet man hiemit die Höhe h' der Flüſſigkeit in einem cylindriſchen Haarröhrchen, deſſen Durchmeſſer $= 2r$ iſt, ſo hat man

$$h' = \frac{lq}{2r^2\pi} \cdot 2r\pi = \frac{lq}{r}, \text{ mithin}$$

$$h' : h = \frac{lq}{r} : \frac{lq}{2ra}(a + 2r)$$

$$= 1 : \frac{1}{2q}(a + 2r).$$

Iſt nun $2r$ ſehr klein in Vergleichung mit a, ſo daß es dagegen als verſchwindend betrachtet werden kann, ſo wird

$$h' : h = 1 : \frac{1}{2a} \cdot a$$

$$= 1 : \tfrac{1}{2} \text{ d. h.}$$

Digitized by Google

die Flüſſigkeit ſteht in der prismatiſchen Röhre, deren Grundfläche ein ſehr kleines Rechteck iſt, mit ſehr ungleichen Seiten, nur halb ſo hoch, als in einer cylindriſchen, deren Durchmeſſer der Grundfläche der kleinen Seite des Rechteckes gleich iſt.

Nach einer der vorigen Formeln war

$$V = \frac{lq}{2} \cdot c.$$

Nimmt man nun eine andere Röhre von derſelben Materie, deren innerer Umfang $= c'$, und die Menge der über dem äußern Niveau erhobenen Flüſſigkeit $= v$ iſt, ſo hat man ebenfalls

$$v = \frac{lq}{2} \cdot c'.$$ Folglich ergiebt ſich

$$V : v = \frac{lq}{2} \cdot c : \frac{lq}{2} \cdot c' = c : c'$$ d. h.

die Mengen der über dem äußern Niveau erhobenen Flüſſigkeiten in Haarröhrchen von einerley Materie und bey einerley Flüſſigkeit verhalten ſich, wie die innern Umfänge der Röhre; mithin bey cylindriſchen Haarröhrchen wie die Durchmeſſer derſelben.

Auch betrachtet Herr la Place den Fall, da eine prismatiſche Röhre in die andere geſteckt iſt, und beſtimmt den Theil der Flüſſigkeit, welcher zwiſchen den Wänden beider erhoben wird. Iſt nämlich der innere Umfang des äußern Prisma $= c$, und der äußere Umfang des innern Prisma $= c'$, ſo hat man

$$V = \frac{2\varrho - \varrho}{gD} \cdot (c + c') = \frac{lq}{2}(c + c').$$

Denn geſetzt, die Grundflächen beyder Prismen wären ähnliche Figuren, ihre gleichnahmigen Seiten einander parallel und in gleicher Entfernung $= l$ geſtellet; ſo wäre die Fläche zwiſchen den Seiten beyder Grundflächen $= (c + c')\frac{l}{2}$. Iſt nun die mittlere Höhe aller Säulen des erhobenen Theils der Flüſſigkeit $= h$, ſo iſt

Digitized by Google

$$V = hl . \frac{c + c'}{2}$$

und dies iſt derſelbe Ausdruck, wie vorhin, wenn h ſtatt q geſetzt wird.

Betrachtet man nach dieſem Ausdrucke die Wirkung eines jeden Prisma auf die Flüſſigkeit insbeſondere, ſo iſt das, was durch die Anziehung des äußern Prisma gehoben wird $= \frac{lq}{2} . c$; und das, was durch die äußere Fläche des innern Prisma gehoben wird, $= \frac{lq}{2} . c'$.

Hieraus läßt ſich nun auch beſtimmen, wie groß die Menge derjenigen Flüſſigkeit iſt, welche ſich äußerlich um die prismatiſche Röhre anhäuft. Iſt nämlich der äußere Umfang der Röhre = c, ſo iſt dieſe Menge

$$V = \frac{lq}{2} . c.$$

Vergleicht man dieſes mit den bisher gefundenen Ausdrücken für die innerhalb der Röhre aufſteigende Menge der Flüſſigkeit, ſo erhellet, daß dieſelbe Menge, welche ſich innerhalb einer Röhre erhebet, eben ſo groß iſt, als diejenige Menge, welche ſich an einer ebenen Fläche anhängt, deren Breite dem innern Umfange der Röhre gleich iſt. Auch iſt leicht einzuſehen, daß die Menge der an eine Ebene ſich anhangenden Flüſſigkeit im Verhältniß der Breite der Ebene ſtehen müſſe. Eben ſo iſt oben bemerket worden, daß die Menge der in einer Röhre aufſteigenden Flüſſigkeit im Verhältniſſe des innern Umfanges der Röhre ſtehe.

Aus dieſer Theorie ſuchte Herr la Place auch die mathematiſchen Geſetze aller möglichen in dieſem Artikel: Adhäſion B. I. angeführten Erſcheinungen zu entwickeln. Vormals, ſagte er, hätte man nicht geahndet, daß alle dieſe Erſcheinungen, ſelbſt die Tropfenbildung einer flüſſigen Materie von der Wirkung der Haarröhrchenkraft abhange. So viel

Digitized by Google

er wiſſe, ſey Herr Thomas Young der erſte geweſen, der dieſe ſcharfſinnige Bemerkung gemacht habe *). Zuerſt hat Herr la Place die Theorie bey dieſer Erſcheinung entwickelt, wo zwey ſenkrechte und parallele, einander ſehr nahe Platten, welche mit ihren untern Enden in eine Flüſſigkeit eingetaucht ſind, einander anziehen. Sind dieſe Platten von einerley Materie, ſo iſt dieſe Anziehung eine Wirkung von der Haarröhrchenkraft, die Flüſſigkeit mag in der Berührung mit den Platten entweder angehoben oder herabgedruckt werden. Es iſt nämlich aus dem vorhergehenden klar, daß die beiden Platten unter dieſen Umſtänden eine jede nach der andern zuwärts einen Druck leiden, der ſich alſo beſtimmen läßt. Die Flüſſigkeit wird an den beiden entgegengeſetzten Oberflächen jeder dieſer Platten angehoben oder herabgedruckt, und zwar ſo, daß die oberſten der angehobenen oder die tiefſten der herabgedruckten Theile in gerader und horizontaler Linie liegen. Es seyn (fig. 8.) die höchſten Stellen der angehobenen Flüſſigkeit an den äußern Flächen AB und CD der mit einander parallel eingetauchten ebenen Platten a und b, ſo iſt de horizontal. Sind nun dieſe Platten einander ſehr nahe, ſo wird in den Stellen f und g über dem äußern Niveau von innen der Druck nach außen durch die anziehende Kraft, welche die Flüſſigkeit erhebet, aufgehoben: folglich bleibt noch eine Wirkung von dem äußerlich aufgehobenen Theile der Flüſſigkeit übrig. Dieſe in Geſtalt einer hohlen Fläche an den Platten anliegende flüſſige Maſſe übt gegen dieſelben einen Seitendruck aus, wodurch beide gegen einander getrieben werden. Die Größe dieſes Drucks bleibt beſtändig dieſelbe, der Abſtand der Platten von einander mag größer oder kleiner werden, weil die Menge und Geſtalt der äußerlich angehobenen flüſſigen Maſſe ſich immer gleich bleibt, allein die Gegenwirkung von innen iſt nicht immer gleich, ſondern wird deſto geringer, je näher die Platten an ein-

*) Philoſ. Transact. of the roy. Society of Lond. 1806.

Digitized by Google

ander rucken, mithin je höher die Flüſſigkeit zwiſchen ihnen ſteigt. Daher bewegen die Platten ſich deſto ſchneller gegen einander, je näher ſie an einander kommen.

Um dies deutlicher einzuſehen, ſetze man zuerſt, die beiden auf der Oberfläche (fig. 9.) MN einer Flüſſigkeit ſenkrecht eingetauchten parallelen Platten A und B wären ſo weit von einander entfernet, daß zwiſchen ihnen keine Erhebung der Flüſſigkeit ſtatt findet, ſondern eine bloße Erhöhung der Flüſſigkeit ac, bd und eg, fh, die auf beiden Seiten gleich iſt. In einem ſolchen Falle alſo wird offenbar der Seitendruck zu beiden Seiten einer jeden Platte gleich ſtark ſeyn, und folglich keine Annäherung erfolgen.

Wenn aber die beiden parallelen Platten einander ſo nahe gekommen ſind, daß die Flüſſigkeit zwiſchen ſelbigen ſich erheben kann, wie dies die fig. 8. vorſtellet, ſo iſt der Druck gegen die innern Seiten nicht mehr derſelbe, wie vorhin, ſondern er wird gerade um ſo viel geringer, als der Seitendruck der erhobenen Flüſſigkeit ausmacht, oder als er betragen würde, wenn die Flüſſigkeit blos ihrer Schwere überlaſſen wäre. Denn eben die anziehende Kraft, welche die Flüſſigkeit zwiſchen den Platten ſchwebend erhält, verhindert, daß ſie ihren Druck nicht ausüben kann. Je höher alſo die Flüſſigkeit ſteigt, deſto mehr wird der Druck der Flüſſigkeit gegen die innern Seitenwände der Platten vermindert. So viel aber dieſer Druck von ſeiner Wirkſamkeit verlieret, um eben ſo viel beträgt der Ueberſchuß, um welchen der äußere Druck gegen die Platten, der ſich beſtändig gleich bleibt, den innern übertrifft. Daher werden die Platten mit immer größerer Stärke gegen einander getrieben, je mehr ſie ſich einander nähern.

Aus dieſer Auseinanderſetzung läßt ſich nun auch ſehr leicht die Größe der Kraft beſtimmen, mit welcher die Platten gegen einander getrieben werden. Denn da dieſe Kraft gerade ſo viel beträgt, als das, was der Druck auf die innern Seiten durch die Erhebung der Flüſſig-

Digitized by Google

keit verlieret, und dieſes ſo viel ausmacht, als der Seitendruck der erhobenen Flüſſigkeit gegen jede Seite; ſo iſt die Kraft, mit welcher jede Platte gegen die andere getrieben wird, dieſem Seitendrucke gleich. Die Größe dieſes Seitendrucks aber iſt nach la Place Beſtimmung dem Gewichte eines Parallelepipedums gleich, deſſen Grundfläche = dem oberhalb a bis an f benetzten Theile der Ebene, und deſſen Höhe = $\frac{1}{2}$ (hf + ha) iſt. Dieſe Kraft wächſt ſehr nahe im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats des Abſtandes beyder ebenen Platten von einander, wenn dieſer Abſtand ſehr geringe iſt.

Steht die Flüſſigkeit zwiſchen den parallelen Platten tiefer als außerhalb, ſo wie dies die Figur 10. vorſtellet, ſo ſieht man leicht, daß nur oberhalb des Standes der flüſſigen Materie zwiſchen den beyden Platten von außen ein Druck gegen die Platten ſtatt findet, und daß dieſer äußere Druck deſto größer werden müſſe, je näher dieſe Platten an einander kommen, weil alsdann die Flüſſigkeit zwiſchen den Platten immer mehr herabgedruckt wird. Durch dieſen äußern Druck werden ſie folglich gegen einander mit beſchleunigter Bewegung getrieben, und es ſcheint daher, als ob ſie ſich anzögen. Die Größe dieſes Drucks, welchen eine jede Ebene von auſſen nach innen leidet, iſt gleich dem Gewichte eines Parallelepipedums der flüſſigen Materie, deren Grundfläche dem Theile der Ebene von g bis c, und deren Höhe gleich iſt = $\frac{1}{2}$ (gb + cb).

Es lehret nun aber die Erfahrung, daß zwey parallele Platten von verſchiedener Materie, wovon die eine das Flüſſige anhebt, und die andere daſſelbe herabdruckt, ſich abſtoßen. Daß auch dieſe Erſcheinung von der Haarröhrchenkraft abhänge, und mithin dies bemerkte Abſtoßen nur ſcheinbar iſt, hat Herr la Place durch Anwendung der Analyſe genügend dargethan. Man denke ſich nämlich den Durchſchnitt, welchen eine auf beyden ſenkrecht ſtehende Vertikalebene mit der Oberfläche des Flüſſigen zwiſchen beyden Platten macht. Dieſe Durchſchnittslinie

Digitized by Google

hat einen Wendungspunkt, wenn beyde Platten einige Centimeter von einander abſtehen. Nähert man ſie einander, ſo ruckt der Wendungspunkt weiter nach einer von ihnen hin; und zwar nach der Platte, welche das Flüſſige herabdruckt, im Fall an den äußern Seiten das Flüſſige mehr angehoben, als herabgedruckt iſt, dagegen nach der, welche das Flüſſige anhebt, im umgekehrten Falle. Immer bleibt der Wendungspunkt in dem Niveau des Flüſſigen, welches ſich in dem Gefäße befindet, in welches die Platten eingetaucht ſind, und immer ſteht das Flüſſige an der innern Seite der Platten an der einen weniger hoch, an der andern weniger tief, als an den äußern Seiten. In dieſem Zuſtande ſcheinen die Platten einander abzuſtoßen; und dies findet bey großer Näherung derſelben ſo lange ſtatt, als noch ein Wendungspunkt vorhanden iſt. Zuletzt fällt dieſer in eine der beyden innern Seitenflächen der Platten. Auch über dieſe Grenze hinaus findet noch eine Abſtoßung ſtatt, endlich aber wird ſie bey weiterer Annäherung der Platten an einander Null, und verwandelt ſich in Anziehung. In dieſem Augenblicke ſteht das Flüſſige an der innern und äußern Seite der näßbaren Platten in gleichen Höhen über dem Niveau; und an der andern Platte ſteht es an der innern Seite eben ſo hoch über, als an der äußern Seite unter dem Niveau. Das Abſtoßen verwandelt ſich ſo in ein Anziehen für beyde Platten in demſelben Augenblicke. Nähert man ſie einander noch mehr, ſo ziehen ſie ſich wirklich an, und kommen mit einander durch beſchleunigte Bewegung in Berührung. Die Platten geben auf dieſe Art die merkwürdige Erſcheinung einer auf ſehr kleine Entfernungen beſchränkten Anziehung, die ſich über eine gewiſſe Grenze hinaus in Abſtoßung verwandelt. Indeß gibt es einen Fall, wo die Platten ſich in jeder auch noch ſo kleinen Entfernung von einander abſtoßen; wenn nämlich die Größe, um welche die eine das Flüſſige anhebt, genau der gleich iſt, um welche die andere daſſelbe niederdruckt. Die flüſſige Oberfläche zwiſchen beyden Platten

hat dann immer eine Wendungslinie, und dieſe liegt in ihrer Mitte.

Die Stärke der Anziehung und Zurückſtoßung beyder Platten wird durch folgendes Theorem beſtimmt: die Ebenen mögen aus noch ſo verſchiedenen Materien beſtehen, ſo iſt doch die Kraft, welche jede Ebene antreibt, ſich der andern zu nähern, gleich dem Gewichte eines aus dem umgebenden Flüſſigen gebildeten Prisma's; deſſen Höhe gleich iſt derjenigen, um welche das Flüſſige an der innern Seite der Ebene und in der Berührung mit derſelben höher ſteht, als an der äußern Seite, deſſen Breite gleich iſt der halben Summe der Erhebungen an der innern und äußern Seite der Ebene, und deſſen Länge gleich iſt der horizontalen Länge beyder Ebenen, die als gleich angenommen werden. Die Vertiefungen unter dem Niveau werden als negative Erhebungen angeſehen, und die Anziehung verwandelt ſich in ein Zurückſtoßen, wenn das Produkt der drey als Dimenſionen des Prisma's angegebenen Größen negativ iſt.

Sind die Platten einander ſehr nahe, ſo iſt die Höhe, um welche das Flüſſige zwiſchen ihnen angehoben iſt, ihrem Abſtande von einander verkehrt proportional, und gleich der halben Summe der Anhebungen, die ſtatt finden würden, wenn die beyden Platten einmal aus der Materie der erſten, und das zweytemal aus der Materie der andern Platte beſtänden. Auch hier muß die Anhebung negativ geſetzt werden, wenn eine Vertiefung ſtatt findet.

Um dies auffallende Phänomen des Abſtoßens, welches ſich bey vermehrter Annäherung in ein Anziehen verwandelt, in der Erfahrung zu prüfen, bat la Place Herrn Hauy, Verſuche dieſer Art anzuſtellen. Dieſer unternahm dergleichen mit Platten von Elfenbein, und mit Blättern von venetianiſchem Talk. Durch dieſe Verſuche wurde des Herrn la Place Theorie aufs vollkommenſte beſtätiget.

Ferner wendete Herr la Place ſeine Theorie der Haarröhrchenkraft auf die Beſtimmung der Adhäſion

Digitized by Google

einer Platte an, welche mit der Oberfläche einer ſtillſtehenden flüſſigen Maſſe in Berührung kommt. Es iſt bekannt, daß eine ſolche mit der Oberfläche einer Flüſſigkeit in Berührung gekommene Platte ohne beträchtlichen Widerſtand von ſelbiger nicht abgeriſſen werden kann. Sobald nämlich die Platte gehoben wird, wird zugleich eine flüſſige Säule mit erhoben, welche jener bis zu einer gewiſſen Grenze folget, und ſich dann von ihr trennt. An dieſer Grenze könnte die flüſſige Säule im Gleichgewichte erhalten werden, wenn die Kraft, welche die Platte hebt, genau dieſem Zuſtande des Gleichgewichts angemeſſen wäre; und dies würde erfolgen, wenn die Kraft ſo groß wäre, als das Gewicht der Platte und der gehobenen flüſſigen Säule zuſammen genommen.

Es ſey (Fig. 11.) AB eine kreisförmige Scheibe, welche horizontal bis zu der eben angeführten Grenze erhoben iſt; MNBA ſey ein vertikaler durch den Mittelpunkt E der Scheibe gehender Schnitt, ſo iſt ACM oder BDN die krumme Linie, welche durch die Umdrehung der Scheibe um die ſenkrechte Linie EF als um eine Axe die Oberfläche der gehobenen flüſſigen Säule beſtimmt. In dem Innern dieſer flüſſigen Säule denke man ſich einen ſehr kleinen Kanal, der in der Ebene ihrer größten Verengerung in horizontaler Lage anfängt, ſich dann herabwärts krümmt, ſenkrecht bis zum Niveau der Flüſſigkeit im Gefäße herab geht, und hier wieder horizontal wird. Es erhellet aber, daß, wenn jene flüſſige Säule im Gleichgewichte iſt, die Haarröhrchenkraft, welche von der Geſtalt der Oberfläche des Flüſſigen herrühret, dem Gewichte des Flüſſigen in dem ſenkrechten Arme des Kanals gleich ſeyn muß. Wird die Scheibe höher gehoben, ſo erhält dieſes Gewicht die Oberhand über die Haarröhrenkraft, und nun trennt ſich die flüſſige Säule von der kreisförmigen Scheibe. Das Gewicht der angehobenen flüſſigen Säule im Zuſtande des Gleichgewichtes dient alſo dem Widerſtande, der ſich beym Losreißen der Scheibe äußert, zum Maaße. Herr la Place hat durch die Analyſe

gefunden, daß, wenn die kreisrunde Scheibe einen beträchtlichen Durchmeſſer hat, dieſes Gewicht dem von einem Cylinder der Flüſſigkeit gleich iſt, der die Oberfläche der Scheibe zur Grundfläche hat, und deſſen Höhe gleich iſt der Quadratwurzel der in Millimeter bekannten Höhe, bis zu welcher nämlich in einer Haarröhre aus derſelben Materie, von 1 Millimeter Weite, anſteigt. Die untere Fläche der Scheibe iſt eine berührende Ebene für die Oberfläche der Flüſſigkeit. Wenn die beyden Oberflächen einander ſchnitten, ſo müßte dieſe Zahl noch mit dem Coſinus des halben ſpitzen Winkels, unter welchem beyde ſich ſchneiden, multipliciret, und mit der Quadratwurzel des Coſinus dieſes ganzen Winkels dividiret werden.

Bey ſolchen kleinen feſten Körpern, welche auf der Oberfläche der Flüſſigkeiten ſchweben bleiben, iſt das allgemeine Geſetz für alle dieſe Erſcheinungen: Wenn man einen feſten Körper auf eine Flüſſigkeit bringt, welche durch die Haarröhrchenkraft um ihn entweder niedergedruckt oder erhoben wird, ſo iſt der Gewichtsverluſt deſſelben im erſten Falle größer, im zweyten Falle kleiner, als das Gewicht eines flüſſigen Volumens, welches dem unter dem Niveau eingeſenkten Theile des Körpers gleich iſt, und zwar um das Gewicht des durch die Haarröhrchenkraft des Körpers niedergedruckten oder angehobenen Volumens der Flüſſigkeit. Wenn der feſte Körper ganz untergetauchet iſt, ſo verſchwindet alle Haarröhrchenwirkung, und dieſes Geſetz verwandelt ſich in das bekannte hydroſtatiſche. Der Beweis dieſes Geſetzes beruhet darauf, daß die flüſſige Säule unter dem Körper den nebenſtehenden flüſſigen Säulen das Gleichgewicht nicht halten könnte, wenn nicht der feſte eingetauchte Körper, im Fall er das Flüſſige herabdruckt, auf Koſten ſeines Gewichtes die Leere compenſirte, welche er durch die haarröhrenartige Wirkung hervorbringt; und im Fall er das Flüſſige anhebt, auf Koſten ſeines geringern ſpecifiſchen Gewichtes, das Gewicht der angehobenen Flüſſigkeit ausgleichet.

Digitized by Google

Die haarröhrenartige Wirkung ſtrebt im erſten Falle den Körper emporzuheben, und dieſer kann an der Oberfläche der Flüſſigkeit ſchweben bleiben, wenn er gleich ſpecifiſch ſchwerer, als das Flüſſige wäre; im zweyten Falle aber ſtrebt ſie den Körper in das Flüſſige hinabzuziehen.

Ein kleiner ſehr feiner Stahldraht, welcher durch einen Firnißüberzug oder durch eine dünne Lage Luft um ihn her, gegen das Näßen geſchützt iſt, bleibt auf ſolche Art auf der Waſſerfläche ſchweben, und wird vom Waſſer getragen. Legt man zwey ſolche feine Stahldrähte neben einander auf die Waſſerfläche, ſo daß beyde ſich berühren, daß aber das Ende des einen über das des andern heraus reicht, ſo ſieht man ſie ſogleich neben einander hingleiten, bis ihre Theile neben einander liegen. Der Grund hievon iſt leicht einzuſehen. An den ſich berührenden Theilen der beyden Drähte wird das Flüſſige durch die Haarröhrchenkraft tiefer, als an den andern Enden herabgedruckt. Die Baſis dieſer letztern Theile wird folglich ſtärker gedruckt, als die Baſis der andern Theile, weil das Flüſſige dort höher ſteht; jeder der beyden Drähte ſtrebt alſo mit dem andern immer mehr, ſeiner ganzen Länge nach in Berührung zu kommen. Da aber beſchleunigende Kräfte ein Syſtem von Körpern, welches nicht im Gleichgewichte iſt, ſtets über die Lage des Gleichgewichts hinausführen, ſo wird jeder der beyden Drähte abwechſelnd mit dem einen Ende und dann wieder mit dem andern Ende über den andern Draht hinausgehen; wegen des Widerſtandes, den ſie leiden, werden dieſe Schwingungen immer ſchwächer, und wenn ſie endlich ganz aufhören, ſo liegen die Enden der beyden Drähte neben einander.

Aus den bisherigen ſehr glücklichen Unterſuchungen des Herrn la Place erhellet, daß der wahre Grund aller Erſcheinungen, welche von der Adhäſion der Körper abhängen, in einer anziehenden Flächenkraft liegt, welche ſo wohl die flüſſigen Theile gegen einander, als auch gegen die Fläche eines feſten Körpers äußern, wie auch

Digitized by Google

ſchon die ältern Naturforſcher angenommen haben. Dem Herrn la Place gebühret aber das Verdienſt, durch die Anwendung der tiefſten Analyſe alle Umſtände, welche nur immer bey dieſen Erſcheinungen vorkommen können, aufs genaueſte entwickelt zu haben, und es iſt folglich dieſer Gegenſtand durch ſeine Bemühung zu einem Grade der Gewißheit gekommen, welchen man bey ſehr wenigen bekannten phyſiſchen Erſcheinungen findet. Da Herr la Place in der Auffindung der allgemeinen Geſetze aller von der Haarröhrchenkraft abhangenden Phänomene ſo glücklich war, ſo daß ſie durch die ſorgfältig angeſtellten Verſuche durch die Herren Hauy und Gay-Luſſac aufs vollkommenſte beſtätiget wurden; ſo glaubte er, daß dieſe Kraft ſogar der Grund der geſammten chemiſchen Verwandtſchaften wäre. Nach ſeiner Meinung werden die Wirkungen dieſer in unmerklicher Entfernung wirkenden anziehenden Kraft (Flächenkraft) durch die Figur der kleinſten Theile der Körper, durch die Wärme und durch andere Urſachen modificirt, und die Unterſuchung dieſer Urſachen und der Umſtände, unter welchen ſie ſich entwickeln, iſt der feinſte und ſchwierigſte Theil der Chemie; er macht die Philoſophie dieſer Wiſſenſchaft aus, indem er uns die innere Natur der Körper, das Geſetz der Anziehung ihrer Theilchen, und das Geſetz der fremden auf ſie wirkenden Kräfte, ſo weit dies möglich iſt, kennen lehrt. Des Herrn la Place Theorie über die Wirkung der Haarröhrchenkraft iſt aber durchaus blos auf mechaniſche Sätze gegründet, und es iſt, wie ich bereits oben bemerket habe, die chemiſche Anziehung von der mechaniſchen gar ſehr verſchieden. Die chemiſchen Anziehungen, welche die Verwandtſchaften verſchiedener Stoffe gegen einander in der Berührung haben, ſind durchdringend, und mit einer Qualitätsveränderung verbunden. Wenn hierbey eine vollſtändige Auflöſung ſtatt findet, ſo erfolget dabey offenbar eine völlige Durchdringung der gegenſeitig einwirkenden ungleichartigen Materien. Will man aber auch dieſen Vorgang eine Verwandtſchaft nen-

Digitized by Google

nen, wo gleichartige Materien in der Berührung anziehende Kraft gegen einander ausüben, wie z. B. die Tropfenbildung aller fremdloſen Materien, ſo iſt gar kein Zweifel, daß dieſe Verwandtſchaft blos eine Wirkung der Haarröhrchenkraft mithin mechaniſch iſt. Bey chemiſchen Verbindungen wirket aber ſehr wahrſcheinlich nicht allein die anziehende, ſondern auch die zurückſtoßende Kraft, und beyde geben im Conflict ihrer Wirkungen eine mittlere anziehende Kraft, welche die Theilchen der durchdrungenen Materien in ganz andere Lagen formen, als ſie für ſich ohne gegenſeitige Einwirkung waren. Denn offenbar kann die mechaniſche Wirkung der Körper auf einander keinen dritten Körper hervorbringen, der ganz andere Eigenſchaften beſitzet, als jeder Körper vor der Berührung für ſich hatte.

Indeſſen führet doch Herr Prof. **Ermann** mehrere Verſuche an, aus welchen das gleichzeitige Entſtehen von mechaniſcher Cohärenz (Adhäſion) und chemiſcher Verwandtſchaft deutlich hervorgehen ſoll *). Dabey bemerket er aber zugleich, daß er noch über gewiſſe Details ſeiner Erklärungen der von ihm angeführten höchſt problematiſchen Erſcheinungen einige Zweifel hege, welche nur durch fortgeſetzte Prüfung gelöſet werden könnten.

Wenn im galvaniſchen Prozeß chemiſche Verwandtſchaften erreget werden, entſtehen zugleich Intenſitäten der Flächenanziehung. Dadurch, ſagt Herr **Ermann**, erhalte der vermuthete Zuſammenhang zwiſchen Adhäſion und chemiſcher Verwandtſchaft eine bedeutende Beſtätigung. Es ſey Grund da zu vermuthen, daß im galvaniſchen Prozeß Anziehungen in bemerkbarer Ferne mit Flächenanziehung gemeinſchaftlich wirkten. Vermehrte Flächenanziehung und erhöhete wechſelſeitige Anziehung der Grundmaſſen, welche in ganz beſtimmten polariſirenden Punkten entſtehen, wären daher das unmittelbare phyſiſche Produkt: das chemiſche Produkt hinge damit

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXII. S. 261. u. f.

zuſammen durch das allgemeine Band, welches Adhäſion an Verwandtſchaft knüpfe. Sofern nun dieſe Reſultate blos die Flächenanziehung beträfen, ſchienen ſie ihm durch dieſe Beobachtungen faktiſch erwieſen zu ſeyn; ſo fern ſie dagegen die Anziehung in bemerkbarer Entfernung beträfen, und auf Annahme einer Mitwirkung derſelben beruheten, halte er ſie noch für problematiſch.

Herr Ermann hatte an eine ſehr empfindliche Wage eine gut centrirte Adhäſionsplatte mittelſt eines Metallfadens gehängt, unter derſelben eine flache metallene Schale mit einer geringen Menge Waſſer geſtellt, die Platte mit dem Waſſer in Berührung gebracht, und in die Wagſchale an dem andern Arm ſo viel Gewichte gelegt, daß die ganze unter ihr vorhandene Waſſermenge ſich in Form eines Cylinders aufhäufte, welcher dem Abreißen ſehr nahe war. Die Wage verband er mit dem einen, und die Schale mit dem entgegengeſetzten Pole einer ſtarken elektriſchen Säule, welche in zwey gleichen noch unverbundenen Theilen aufgebauet war. Nachdem er nun dieſe gleichmäßig getheilte Säule mittelſt eines Hebels geſchloſſen hatte; ſo erwartete er, daß durch vermehrte Adhäſion der Metalle an das Waſſer, welches ſie nunmehr zerſetzten, die Baſis des Waſſercylinders ſich erweitern, und die Platte mit ſich herunterziehen würde. Allein die Adhäſionsplatte blieb an beyden Polen bey Schließung des Kreiſes in der vollkommenſten Ruhe. Auch konnte er keinen Gewichtsunterſchied wahrnehmen, um die Platte in dieſem und dem gewöhnlichen Zuſtande abzureißen. Als er aber dieſe Zuſammenſtellung ſo abänderte, daß er ſtatt der metallenen Schale eine Queckſilberfläche mit einer ſehr dünnen Waſſerſchichte nahm, ſo zeigte ſich die erwartete Wirkung mit der größten Beſtimmtheit. Die Baſis des erhobenen Waſſercylinders breitete ſich auf der Queckſilberfläche aus, und indem ſie von der Peripherie der Adhäſionsplatte rund umher hervorſchnellte, zog ſie die Platte herunter. Indeß war dieſe Bewegung mehr ein Stoß oder ein Zucken zu

nennen, als ein dauernder Ausſchlag; denn kurz nachher, als der Kreis geſchloſſen war, ging der Balken beynahe wieder in ſeinen vorigen Stand zurück. Der im Moment des Schließens mitgetheilte Stoß war ſo lebhaft und deutlich, daß die entgegengeſetzte Schale dadurch meiſtentheils in pendelartige Bewegung gerieth, und daß die Zunge der Wage 3 bis 4 Grade ihres Bogens durchlief. Die anderweitigen Erſcheinungen dieſes Phänomens ſind aber ſehr verſchieden, je nachdem man die Queckſilberfläche poſitiv und oxygenirend, oder negativ und hydrogenirend gemacht hat.

Wenn der negative Draht in das Queckſilber reicht, und die Platte die Verlängerung des poſitiven Pols vorſtellt; ſo iſt die Bewegung im Momente der Schließung etwas lebhafter, das Waſſer ſpringt ſchneller hervor, und breitet ſich auf der Queckſilberfläche weiter aus. Während des Geſchloſſenſeyns ſtrömt es unaufhörlich hin und zurück, nach der Richtung der Halbmeſſer der Adhäſionsplatte. Selbſt die Queckſilberfläche geräth hierdurch in eine Bewegung. In dem Augenblicke, als man den Kreis öffnet, ſchnellt das Waſſer unter die Platte zurück mit einer ſolchen Beſchleunigung, daß die Platte jedesmal losreißet, und daher die Wage nach der entgegengeſetzten Richtung umſchläget. Bleibt aber der Kreis zu lange geſchloſſen, ſo reißt die Platte ebenfalls zuletzt ab, jedoch aus einem ganz andern Grunde, weil nämlich mit der Zeit Waſſerſtoffblaſen an der Queckſilberfläche entſtehen, welche die Menge der Berührungspunkte derſelben mit dem Waſſer allmählig vermindern.

Wenn dagegen der poſitive Draht in das Queckſilber reicht, und die Adhäſionsplatte mit dem negativen Pol verbunden iſt, ſo iſt der Stoß, den die Wage beym Schließen erleidet, um etwas weniger ſchwächer, und die Baſis des Waſſercylinders dehnt ſich nicht ſo frey aus. Der merkwürdige Unterſchied iſt aber, daß in dieſem Falle durchaus kein Hin- und Herſtrömen des Waſſers ſtatt findet. Das Waſſer liegt vielmehr wie erſtarrt auf

Digitized by Google

dem mit einem Schleyer von Oxyd belegten Queckſilber, und tritt bey Oeffnung des Kreiſes nie in die vorigen Dimenſionen wieder zurück. Daher auch die Wage durchaus keine Spur einer Trennungszuckung zeigt, ungeachtet dieſe im vorigen Falle mit ſo ausgezeichneter Stärke erſcheint.

Dieſe Verſuche ſowohl, als auch die nachfolgenden wurden mit und ohne Iſolirung angeſtellt, und es zeigte ſich, daß dieſer Umſtand nicht den mindeſten Einfluß auf die Qualität und Quantität der Bewegungen hat. Hieraus iſt klar, daß hier der Einfluß der gewöhnlichen elektrometriſchen Anziehung gar nicht in Betrachtung kommen kann.

Bringt man auf eine reine Queckſilberfläche eine geringe Waſſermenge ſo an, daß ſie auf ſelbiger eine Halbkugel von 3 bis 4 Linien im Durchmeſſer bildet, führet alsdann den negativen Polardraht in das Queckſilber und den poſitiven in das Waſſer; ſo plattet ſich bey Schließung des Kreiſes die Waſſerhalbkugel ſo ab, daß ihr Durchmeſſer wenigſtens das Doppelte des vorigen beträgt. In dieſem Zuſtande beharrt das Waſſer, ſo lange der Kreis geſchloſſen bleibt; ſobald man ihn aber öffnet, ſpringt es augenblicklich in ſeine vorige Dimenſion zurück, und rundet ſich wieder in ſich ſelbſt, ſo wie es dem Uebermaße ſeiner eigenthümlichen Cohärenz, über ſeine gewöhnliche Adhäſion mit dem nicht elektriſirten Queckſilber gemäs iſt. Herr Ermann ſchließt daraus, daß derſelbe Act, welcher dem Queckſilber eine zerſetzende Verwandtſchaft zum Waſſer ertheile, zugleich oder vorläufig eine erhöhete Flächenanziehung beyder Flüſſigkeiten bewirke. — Wenn im erſten Moment der Schließung die Theilchen des Waſſers durch vermehrte Flächenanziehung auf der Queckſilberfläche in einem größern Raume zerfließen, ſo ſieht man ſie doch im folgenden Momente von dieſer erweiterten Peripherie gegen den Mittelpunkt zurückſtrömen, und auf dieſe Art erfolget im jeden folgenden Momente eine ſchwingende Bewegung der Waſſertheilchen, gleichſam als ob ſie vom

Digitized by Google

Mittelpunkte zurückgeſtoßen, und wieder nach demſelben angezogen würden. Dieſes periodiſche Hin- und Heroscilliren in der Richtung der Halbmeſſer des Kreiſes währt unaufhörlich fort mit derſelben Intenſität für alle Theilchen des Waſſers, ſo lange die Schließung dauert. Ja ſelbſt nach mehreren Stunden findet man es noch ohne die geringſte Abnahme, eben ſo, als es im erſten Momente des Entſtehens ſich zeigt. Bey dieſem Verſuche war der Polardraht mitten in die Waſſermaſſe geführet, ſo daß er tief in ihr Innerſtes hineinreichte. Herr Ermann änderte dies dahin ab, daß dieſer Draht nur eben ſo in Berührung mit dem Scheitelpunkte des auf Queckſilber oscillirenden Waſſertropfens erhalten wurde. In dieſer Veränderung zeigte ſich in allen vorhin erwähnten Bewegungen eine auffallende Energie und Intenſität. Die ganze Waſſermaſſe wird in ſenkrechter Richtung hinauf und hinab geſchleudert: ſie ſpritzt mächtig an den Polardraht hinauf, meiſtens in einer Höhe von einem halben Zolle und darüber. Zugleich expandirt und contrahirt ſie ſich abwechſelnd eben ſo gewaltig in horizontaler Richtung. Die Schnelligkeit dieſes höchſt auffallenden Wellenſchlags iſt ſo groß, daß ſelbſt ein geübtes Auge nicht die jeder Sekunde zukommende Zahl der Oscillationen auffaſſen kann. Hierbey geräth die ganze auch noch ſo große Fläche des Queckſilbers in conſenſuelle ringförmige Undulationen; und das Merkwürdigſte dieſer Erſcheinung iſt die unausgeſetzte Dauer dieſer mächtigen Bewegungen, die nie von ſelbſt aufhören, noch ſich vermindern. Nach vielen Stunden findet man ihren Rythmus und ihre Intenſität noch ganz dieſelben wie im Momente der Schließung. Herr Ermann fand wenigſtens nicht, daß ſelbſt bey kräftigen Säulen von 200 Zink und Silber, das an der Queckſilberfläche ſpäterhin erzeugte Waſſerſtoffgas ein wahrnehmbares Hinderniß derſelben abgegeben hätte, da durch die raſche Bewegung die Gasblaſen ſtets von der Fläche abgeriſſen werden. Wenn der Waſſertropfen ſtatt auf einer reinen Queckſilberfläche auf eine ſtarre Metallfläche gebracht

wurde, ſo fand ſich durchaus keine Spur von einer Abplattung deſſelben, mithin auch nicht die mindeſte Oſcillation. Herr Ermann macht daher den Schluß, daß die durch vermehrte Adhäſion wechſelſeitig veränderte Krümmung der Waſſer- und Queckſilberfläche nicht von einer gewöhnlichen electrometriſchen Anziehung, und daß die oscillirende Bewegung nebſt den übrigen Erſcheinungen von derſelben Kraft abhänge, welche dieſe Krümmung verurſachet. — Aber ſelbſt beym Queckſilber wird noch außerdem eine vollkommene Glätte und Verſchiebbarkeit der Oberfläche zur Erzeugung der Undulationen erfordert. Bringt man daher in den vorigen Verſuchen den poſitiven Draht in das Queckſilber, und den negativen ins Waſſer, ſo zeigt ſich von allen angeführten Erſcheinungen nur eine einzige. Die in ſich ſelbſt gerundete Waſſermaſſe verliert nämlich ihre ganze Convexität, und plattet ſich eben ſo ab, als auf dem negativen Queckſilber. Es wird daher die Flächenanziehung im galvaniſchen Prozeſſe an beyden Polen gleich erhöhet, wie dies auch erfolgen muß, weil an beyden Polen das Metall waſſerzerſetzende Eigenſchaft erlangt. Weil aber in der letzten Zuſammenſtellung das Queckſilber ſich im Moment mit einem feinen Ueberzuge von Oxyd überzieht, ſo verliert die Oberfläche deſſelben die Beweglichkeit, welche ſie haben muß, um ſich in der erhöheten Convexität zu ſtellen, von welcher nachher die übrigen Erſcheinungen durch Anziehung in der Ferne abhängen. In der That ſieht man die einmal abgeplattete Waſſermaſſe auf der Queckſilberfläche wie erſtarrt da liegen, ohne innere zu bemerkende Oscillationen ihrer Theilchen; und was noch auffallender iſt, ohne daß ſie ſich im mindeſten ihrer vorigen Convexität wieder nähert, wenn der Kreis geöffnet wird. Nur bemerkt man, daß von Zeit zu Zeit, in bedeutenden Zwiſchenzeiten, die gebildete Oxydſchicht durch das Waſſer ſeitwärts fortgeſchoben wird.

Alles hier angeführte tritt auch ein, ſelbſt auf dem negativen Queckſilber, wenn man ſtatt des Waſſers irgend

eine andere Flüſſigkeit nimmt, die bey Schließung des Kreiſes einen Niederſchlag auf das negative Metall bildet. Schwefelſaures Eiſen oder auch eine Auflöſung von Schwefelalkali dehnen ſich daher auf dem negativen Queckſilber aus, ohne daß ſich im Innern eine Oſcillation der Theilchen wahrnehmen ließe. Auch ſtellt ſich bey ihnen die Convexität des Tropfens beym Oeffnen des Kreiſes durchaus nie wieder her.

Wenn man ſtatt des Waſſers zu den vorigen Verſuchen Schwefelſäure nimmt, ſo zerfließt dieſe auf der Queckſilberfläche, ſo bald ſie auf ſelbige gebracht wird. Führt man alsdann den negativen Polardraht in das Queckſilber, und berührt mit dem poſitiven Polardrahte irgend einen Punkt der Schwefelſäure, jedoch ohne auf das darunter liegende Queckſilber zu kommen, ſo ſtrömen im Moment der Schließung die Theilchen der Säure zuſammen, und vereinigen ſich mit unglaublicher Geſchwindigkeit in eine einzige Maſſe, da, wo die Queckſilberfläche den negativen Pol repräſentirt, d. h. um und unter dem poſitiven Draht. Die Adhäſion, welche vorher die Theilchen der Säure auf alle Punkte der Queckſilberfläche gleichförmig zerſtreuete, iſt demnach durch Erweckung der galvaniſch-chemiſchen Polarität in der Region des Queckſilbers, die den Pol repräſentirt, vorzüglich geſteigert worden, ſo daß nunmehr alle Säure gegen dieſen Mittelpunkt hinſtrömt. Sobald der Kreis geöffnet wird, zieht ſich die Säure mit bedeutender Beſchleunigung zurück, und verbreitet ſich wieder als völlig indifferent über die ganze Queckſilberfläche.

Herr **Ermann** hatte ferner in eine Glasröhre, welche ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie im Lichte hatte, einen Queckſilbertropfen hineingezogen, welcher einen 3 bis 4 Linien hohen Cylinder darin bildete. Die beyden leer gebliebenen Enden der Glasröhre hatte er mit Waſſer angefüllt, und ſie durch Polardrähte mit einer noch ungeſchloſſenen elektriſchen Säule verbunden. Gleich nach der Schließung derſelben dehnte ſich das Queckſilber merklich aus, und

man ſah ganz deutlich das Waſſer durch vermehrte Adhäſion in den haarröhrartigen Raum zwiſchen das Metall und die Wände der Röhre eindringen, und bey Oeffnung des Kreiſes, aus dieſem Raume mit beſchleunigter Bewegung heraus ſchnellen. Der poſitiv gewordene Theil des Queckſilbercylinders aber erſchien im erſten Momente der Schließung wie erſtarrt mit Erzeugung eines Ueberzugs, der bald darauf einige höhere Grade der Oxydation durchlief. Nach einigen Minuten brach plötzlich die Oxydoinde im Mittelpunkte ihrer convexen Fläche, die Bruchſtücke derſelben zogen ſich durch das Andringen des Waſſers mit ſtarker Beſchleunigung in den haarröhrartigen Raum zwiſchen das Metall und die Glaswände zurück, und das reguliniſche Metall blinkte am poſitiven Pol mit dem ſchönſten Glanze. Bald darauf erzeugte ſich eine neue Oxydlage, worauf ein neues Blinken erfolgte und ſo fort. Bey jedem Brechen der Oxydkruſte gleitet der ganze Queckſilbercylinder um $\frac{1}{2}$ Linie ungefähr vorwärts, nach der Richtung ſeines Oxydpols, d. h. gegen den negativen Polardraht der Säule. Und ſo durchläuft das Queckſilber in kurzer Zeit die ganze Hälfte der Röhre, und bezeichnet jeden ſeiner gethanen Schritte durch die Trümmer der Oxydſchicht, die an den Glaswänden adhäriren. Die Verlängerung und die fortſchreitende Bewegung des Queckſilbercylinders laſſen ſich nach Herrn Ermann, allenfalls durch die blos erhöhete Adhäſion, und durch das daraus entſpringende Eindringen des Waſſers in den Haarröhrchen-Raum erklären; da man aber ganz ähnliche, nur nicht ſo deutlich wahrnehmbare, Bewegungen an einem unter Waſſer, der Einwirkung der Polardrähte ausgeſetzten, freyliegenden Queckſilbertropfen erblicke, ſo ſcheine hier auch eine Anziehung in der Entfernung mit im Spiele zu ſeyn.

Von allen dieſen angeführten Erſcheinungen fand auch nicht eine einzige ſtatt, wenn Herr Ermann die Electricität der gewöhnlichen Maſchine ſtatt der Säule anwendete. Waſſer und Queckſilber beharrten in ihrem vorigen

Digitized by Google

Zuſtande und in der vollkommenſten Ruhe, ſo wohl am erſten Leiter der Maſchine, als unter Einwirkung der im Ladungsprozeſſe begriffenen Flaſche. Denn die bey der Entladung entſtehende gewaltſame Erſchütterung ſcheint mit den Erſcheinungen nichts Gemeinſchaftliches zu haben, da ſie bey ganz ſtarren Körpern eben wie bey den tropfbar flüſſigen ſtatt findet.

Alle hieher gehörige ſehr merkwürdige Phänomene, welche bey fortgeſetzter Unterſuchung nach Herrn Ermann wichtige Aufſchlüſſe über den Zuſammenhang der Flächenanziehung mit der chemiſchen Verwandtſchaft zu geben ſchienen, machen eine eigenthümliche Klaſſe aus. Sie haben alle einen gemeinſchaftlichen Charakter, ſie zeigen alle mannigfaltige Curven, welche für jeden beſondern Fall mit regelmäßiger Beſtimmtheit durch eine mechaniſche Einwirkung der electriſchen Säule auf tropfbare Flüſſigkeiten entſtehen, deren unmittelbarer Grund nicht durch die Sinne wahrgenommen wird. Herr Ermann hat ihnen den Namen galvaniſche Adhäſionsfiguren, oder kürzer, galvaniſche Figuren, beygeleget, und vorläufig einige bekannt gemacht. Die Fig. 12, 13, 14 ſtellen ſie vor, wo der innere ausgezogene Kreis die Queckſilberfläche, und der äußere punktirte Kreis die darüber gegoſſene dünne Schichte einer andern gegebenen Flüſſigkeit, wie ſie am Rande der Schale ſteht, vorſtellet. Die mit + und — bezeichneten Punkte ſind die Stellen, an welchen die Polardrähte in dieſe Flüſſigkeit hineinragen, ohne das Queckſilber zu berühren. Bringt man nämlich zuerſt über reines in einer Schale von 4 bis 5 Zoll im Durchmeſſer befindliches Queckſilber eine ſehr dünne Schichte Schwefelſäure, ſo wird dieſe im Momente der Schließung mit Heftigkeit in geſchlängelten Striemen, wie ſie die divergirenden Pfeile in Fig. 12 darſtellen, vom — Punkte aus, ſo fortgeſchleudert, daß die Queckſilberfläche ganz rein und wie trocken erſcheinet. Durch die Heftigkeit dieſes Stoßes häufet ſich die Schwefelſäure zu einem Damme ab an, der die Richtung des

Hauptſtromes ſenkrecht in geſchlängerter Linie durchſchneidet. Die Oberfläche dieſes Dammes ſo wohl, als die des dahinter liegenden Queckſilbers, erſcheinet in vollkommener Ruhe. Streuet man ſehr leichte Körper in die Schwefelſäure, ſo ſieht man ganz deutlich, daß der eigenthümliche Sitz aller Bewegungen blos die gemeinſchaftliche Berührungsfläche der beyden Flüſſigkeiten iſt, und daß folglich ihr Grund in ihrer wechſelſeitigen Anziehung zu ſuchen ſey. Die eingeſtreueten leichten Körpertheilchen werden von den Striemen mit der größten Schnelligkeit unter den Damm hingeſchleudert, und kommen an dem entgegengeſetzten Rand des Queckſilbers wieder zum Vorſchein, von wo ſie längs den rückwärts gehenden Seitenäſten nach dem Urſprunge der Hauptſtrömung herumgeführet werden, wo dann derſelbe Kreislauf mit erneuerter Beſchleunigung beginnt. Die Oberfläche der Schwefelſäure nimmt hinter dem Damme meiſtentheils keinen direkten Antheil an dieſen ſchnellen Bewegungen; man ſieht vielmehr daſelbſt in c und d zwey nach der Richtung der gebogenen Theile in ſich ſelbſt wiederkehrende Wirbel. In e und f beobachtet man ebenfalls zwey Strudel, deren Schnelligkeit etwas geringer iſt. Dieſe Wirbel entſtehen durch den Seitenſtoß des Hauptſtromes und deſſen zurückkehrende Aeſte. Dieſe Bewegungen dauern 10 bis 15 Minuten, alsdann nimmt ihre Schnelligkeit und mit ihr die Deutlichkeit der galvaniſchen Figur allmählig ab. Der Schwefel, welcher ſich bey der Entwickelung des Schwefel-Waſſerſtoffgas niederſchlägt, wird nämlich vom Hauptſtrom gegen den Damm hingeführet, hier häuft er ſich an, und überzieht allmählig die Oberfläche des Queckſilbers, wodurch die Lebhaftigkeit der Strömungen immer mehr abnimmt. Die Wirbel rucken dem — Punkte immer näher, und das Phänomen hört endlich ganz auf, wenn die Oberfläche des Queckſilbers durch fortgeſetzte Erzeugniß des Niederſchlages die gehörige Glätte und Flüſſigkeit verloren hat. Daher verſchwindet, wenn man den Kreis öffnet, auch nur in

der erſten Periode des Verſuchs jede Spur der galvaniſchen Figur durch ſchnelles und gleichförmiges Zerfließen der Säure über die Queckſilberfläche. In den folgenden Momenten findet dies nicht mehr ſtatt, weil dann die Beweglichkeit der Fläche vermindert iſt, und nur die Bewegungen ſelbſt, nicht aber die Merkmahle ihrer frühern Effekte, durch Unterbrechung der elektriſchen Einwirkung getilgt werden.

Wird aber über die Queckſilberfläche eine dünne Schichte von geſättigter Auflöſung von kohlenſaurem Kali gebracht, ſo ſind die Strömungen viel langſamer als bey der Schwefelſäure; es entſtehen keine Striemen im Hauptſtrome. Dieſer convergirt gleich anfänglich gegen den + Punkt. Hier theilt er ſich in zwey Aeſte, die in ihrer rückgängigen Bewegung den haarröhrartigen Raum längs den Wänden des Gefäßes aufſuchen. In (Fig. 13.) a und b zertheilt ſich jeder Aſt in zwey Unterabtheilungen; der eine Zweig bleibt jenſeits des Dammes und wird durch den Stoß des Hauptſtromes gezwungen, dieſen zu begleiten; der andere verfolgt ſeinen Weg längs dem Rande des Queckſilbers, gegen den — Punkt hin, von wo aus er ſich wiederum in den Hauptſtrom ergießt. Mit der Zeit erzeugen ſich auf dem poſitiven Theile des Queckſilbers, der dem — Punkte entſpricht, concentriſche Halbkreiſe von Oxyd mit Regenbogenfarben, welche im Verfolge des Verſuchs ſich nach der punktirten Linie c d ausbreiten. Von dieſem Oxyd wird nur ein geringer Theil fortgeriſſen, der ſich meiſtens in f und e in der bemerkten Curve niederſchlägt. Dieſe Curven ſcheinen von einer wirbelnden Bewegung herzurühren, welche die Zweige bedingen, da wo ſie in a und b rückgängig werden.

Bringt man während dieſer Erſcheinungen den — Platindraht bis in das Queckſilber hinein, ſo wie dies die Fig. 14. vorſtellet, ſo ſpringt in demſelben Moment der Hauptſtrom in die entgegengeſetzte Richtung über, und läuft nun von + gegen —; aber ganz beſtimmt nicht bis an den eigentlichen Punkt, wo der Draht eingetauchet

Digitized by Google

werden. Denn ehe er dieſen Punkt erreichet, theilt er ſich ſchon in zwey Aeſte nach der Richtung der Pfeile c und d. In der Gegend a, b verzweigt ſich jeder Aſt wieder in zwey Nebenabtheilungen; der größere Theil der Flüſſigkeit bildet blos einen oberflächlichen Wirbel; der übrige ſchnellt mit bedeutender Beſchleunigung längs dem haarröhrenartigen Raume gegen den + Punkt hin, und ergießt ſich von da aus in den Hauptkreislauf.

Herr Ermann glaubt, daß dieſe und andere ähnliche Erſcheinungen aus den gewöhnlichen electrometriſchen Anziehungen und Zurückſtoßungen gar nicht erkläret werden könnten, er ſchreibt ſie vielmehr der Wirkung einer vermehrten Flächenanziehung beyder Flüſſigkeiten zu. Es hatte ſchon Herr Gerboin *) einen Verſuch angeführt, wo er eine Modification der galvaniſchen Undulationen zufällig bemerkt hatte, die er von den Wirkungen der elektriſchen Anziehungen und Abſtoßungen ableitete. Allein Herr Ermann ſucht dieſe Erſcheinung wahrſcheinlicher aus ſeiner Theorie zu erklären. Man gieße nämlich in eine doppelt gebogene zweyſchenkliche Röhre, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Lichten beſitzet, Queckſilber, bis es in jedem Schenkel eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Zoll bis 2 Zoll erhalten hat. Ueber jede dieſer Queckſilberſäulen bringe man eine 2 bis 3 Zoll hohe Waſſerſäule, in welchen die beyden Polardrähte geleitet werden. Schließt man den Kreis, ſo erhält der Queckſilbercylinder an ſeinen beyden Enden entgegengeſetzte Pole. Auf dem poſitiven erzeuget ſich augenblicklich eine Oxydſchicht, welche die durch erhöhete Flächenanziehung bedingte wechſelsweiſe Einwirkung beyder Flüſſigkeiten hemmt, und es findet in der That in dieſem Schenkel keine wahrnehmbare Bewegung ſtatt. Im entgegengeſetzten aber, wo das negative Queckſilber mit Waſſer in Berührung iſt, verändert das Metall die Convexität ſeiner Fläche; es ſteigt gegen die Ränder, während das Waſſer durch vermehrte Adhäſionskraft in den

*) Annales de chimie p. 196. Tom. XII.

Digitized by Google

haarröhrenartigen Raum zwiſchen die Wände und das Queckſilber ſich verſenkt, und daſelbſt allmählig zu immer größerer Tiefe gelangt. Dieſes Zuſtrömen gegen den haarröhrartigen Raum iſt jedoch nicht ununterbrochen und gleichförmig; eine Kraft, welche in entgegengeſetzter Richtung in die Ferne wirkt, zieht vielmehr das eingedrungene Waſſer nach dem Scheitelpunkte der obern Queckſilberſäule zurück; es entſteht daher wechſelsweiſe ein Herab- und Herausſtrömen des Waſſers, welches mit den von **Ermann** bemerkten Undulationen die auffallendſte Aehnlichkeit hat, und folglich dieſer Urſache zugeſchrieben werden kann, nämlich der Anziehung in die Ferne, die nach dem Scheitelpunkte oder eigentlich dem Schwerpunkte der neu entſtandenen Convexität hin ihren Sitz hat. Oefnet man die Säule, ſo hört augenblicklich die Bewegung auf, das Queckſilber fällt in das vorige Niveau ſeiner Convexität wieder zurück, legt ſich an die Glaswände an, und das Waſſer zieht ſich ebenfalls durch eigenthümliche Cohäſionskraft aus dem haarröhrartigen Raume ſchnell in ſich ſelbſt zurück. Daß alle dieſe Erſcheinungen von keiner unmittelbaren electriſchen Anziehung herrühren, zeige Herr **Ermann** zum Ueberfluß durch folgende beyde Wahrnehmungen. Wenn nämlich die Wände der Röhre, da, wo das Queckſilber berühret, noch trocken ſind, ſo iſt die Bewegung anfänglich ſehr unbedeutend; nimmt aber allmählig zu, je nachdem ſich das Waſſer einen freyern Zugang zwiſchen dem Metalle und dem Glaſe verſchafft hat. Ueberzieht man aber vollends dieſe Stelle mit einem Anſtriche von Fett, und beſtreuet ſie mit Bärlappſaamen, ſo iſt nunmehr der geringe Zuwachs von Flächenanziehung beyder Flüſſigkeiten nicht hinreichend, das Waſſer längs der ſo verwahrten Glasfläche herabzuziehen; es findet aber auch nicht die geringſte Strömung ſtatt: zum offenbaren Beweiſe, daß dieſe letzte Wirkung nicht von unmittelbaren electriſchen Einſtrömungen herrühret, wie Herr **Gerboin** glaubte; denn nach ſeiner Hypotheſe ſollte die

Gegenwart dieſes Ueberzugs durchaus gar keinen Einfluß auf das innere Treiben der Waſſertheilchen ausüben.

Folgende Modification des Gerboin'ſchen Verſuches bringt nach Ermann denſelben in eine größere Uebereinſtimmung mit ſeinen angeführten Verſuchen. Es reiche nämlich der poſitive Polardraht von Platin tief in das Waſſer, und lege ſich ſo dicht an die Wand der Röhre an, daß ſeine Spitze nur um $\frac{1}{4}$ Linie über den convexen Rand, der die Peripherie des Queckſilbers daſelbſt bildet, abſtehe. Schließt man nun den Kreis, ſo erhebt ſich die negativ gewordene Extremität der Queckſilberſäule gegen das Waſſer, und kommt wegen der geringen Entfernung mit dem Polardrahte in Berührung. Für dieſen Augenblick hört alſo die ganze Queckſilbermaſſe dem ſie berührenden poſitiven Pole zu; die negative Polarität hört auf und mit ihr die vermehrte Adhäſion dieſer Stelle mit dem Waſſer; das Queckſilber fällt daher in ſein voriges Niveau zurück, und kommt außer Berührung mit dem Polardrahte. So wie dies geſchehen iſt, tritt der erſte Fall wieder ein, die Trennung hat von neuem Polarität bewirkt, und die wieder erzeugte ſtärkere Flächenanziehung zum Waſſer bedingt ein neues Steigen, auf welche im folgenden Moment ein abermaliges Sinken folgt, und ſo geräth die ganze Maſſe beyder Flüſſigkeiten in beyden Schenkeln in Oscillationen, die eben ſo wenig von ſelbſt aufhören, als die oben erwähnten Undulationen des Waſſers. Oft betrug in des Herrn Ermanns Verſuchen die Menge des ſo hin und her geſchobenen Queckſilbers viel über ein halbes Pfund. Nun wird man doch ſchwerlich, ſagt Ermann, glauben können, daß die gewöhnliche elektrometriſche Anziehung einer Säule, welche kaum einem Goldblättchen-Pendel eine merkliche Elongation mitzutheilen vermöge, hier eine ſo bedeutende Maſſe in eine unaufhörliche Bewegung verſetzet habe.

Bey dieſer Gelegenheit macht Herr Ermann auf eine vom Herrn Oberſt Hellwig zufällig gemachte Erſcheinung aufmerkſam, welche den damaligen Phyſikern

Digitized by Google

zu erklären unmöglich war, und welche er aus dem geahnten Uebergange der chemiſchen Verwandtſchaft in Flächenanziehung zu begründen ſucht. Dieſe Hellwig'ſche Erſcheinung war nämlich folgende:

Ein Queckſilbertropfen von 2 bis 3 Linien Durchmeſſer war nämlich mit einer geringen Menge Waſſer bedeckt und umgeben. Der negative Polardraht war irgendwo in dieſes Waſſer getaucht, der poſitive ebenfalls aber dem Queckſilbertropfen ſehr nahe. Dieſer Queckſilbertropfen veränderte augenblicklich ſeine ſphäriſche Geſtalt, und zog ſich lang gegen den poſitiven Draht zu, bis er ihn berühret hatte. War dies geſchehen, ſo ſprang der verlängert geweſene Theil ſchnell zurück, und die Maſſe rundete ſich wieder ab; darauf dehnte ſie ſich wieder aus, aber in einer Richtung, welche mit der vorigen einen rechten Winkel machte; endlich nahm ſie wieder die Kugelgeſtalt an, und darauf ſtellten ſich dieſe Veränderungen, in derſelben Ordnung, wieder aufs neue her. Die Schnelligkeit dieſer doppelt entgegengeſetzten Vibrationen war ſo groß, daß man Mühe hatte, ſie deutlich wahrzunehmen; das Auge ſah gewiſſer Maßen nur einen flimmernden Stern, deſſen vier Strahlen die zwey ſenkrechten Achſen der Ellipſoiden ſind, in die das ſphäriſche Queckſilber mit continuirlicher Abwechſelung umgeſtaltet ward. Dieſes ſchnelle und doch regelmäßige Treiben der Maſſe hörte nie von ſelbſt auf, und verlor auch durchaus nichts von ſeiner Intenſität, ſo lange die Bedingungen, die es einmal hervorbrachten, dieſelben blieben.

Herr Ermann bemerkt, daß dieſe Erſcheinung durch eigenthümliche elektrometriſche Attraktionen und Repulſionen gar nicht erklärt werden kann, vielmehr ſucht er nach ſeinen Anſichten folgende Erklärung zu geben:

Die unter dem Waſſer der Einwirkung der Polardrähte ausgeſetzte Queckſilberfläche nimmt eine entgegengeſetzte Polarität an. Die dem poſitiven Drahte zunächſt liegende Hemiſphäre wird negativ. Aus den vorigen Verſuchen erhellte nun, daß beym negativen Queckſilber

die vermehrte Flächenanziehung eine Vermehrung der convexen Krümmung zur Folge hat. Dadurch nähert ſich die negative Hemiſphäre dem poſitiven Drahte. In dem Moment der Berührung verſchwindet jede Polarität, die ganze Queckſilbermaſſe gehöret dem poſitiven Pole, und würde Oxyd geben, wenn die Berührung länger als einen untheilbaren Moment dauerte. So wie nun die entgegengeſetzte Polarität des Queckſilbers aufhört, tritt die innere Cohäſion der Queckſilbertheile in ihre vorigen Rechte, und die Maſſe rundet ſich wieder in ſich ſelbſt. Hierzu kann es aber nur durch Zurückſtrömen der hervorgetretenen Theile kommen, und die Bewegung, in die ſie auf ſolche Art gelangen, führt ſie um ſo viel weiter gegen den Mittelpunkt zu, als die frühere Wirkung ſie davon entfernt hatte. Daher die zweyte Abplattung zu einem Spároid, deſſen Axe die früher entſtandene rechtwinklicht ſchneidet. Durch das Beſtreben der Sphäricität wird dieſe Geſtalt allenfalls wieder vernichtet. Aber während dieſer letzten Wirkung befindet ſich das Queckſilber wieder iſolirt im Waſſer; es erlangt daher von neuem Polarität, dehnt ſich gegen den poſitiven Draht hinwärts, und dieſelbe Reihe von Erſcheinungen hebt von vorn wieder an.

Nähert man aber dem Queckſilber den negativen Draht in dem Waſſer, während der poſitive in jeder beliebigen größern Entfernung in dem Waſſer bleibt, ſo wird die Hemiſphäre, von wo die Bewegung ausgehen ſollte, poſitiv und oxydirend; folglich erſtarrt ſie augenblicklich, und iſt nicht fähig, ihre Figur durch ihre vermehrte Flächenanziehung zu ändern.

So weit Herr Prof. Ermann. Daß die Flächenanziehung (Kraft der Adhäſion) mit der chemiſchen Verwandtſchaft in Verbindung ſtehe, iſt wohl gewiß, und bereits unter dem Artikel: Cohäſion (B. 1. S. 599.) angeführet worden. Allein meiner Meinung nach muß man doch Adhäſion mit chemiſcher Verwandtſchaft durchaus nicht gleich ſtellen. Denn Adhäſion iſt blos eine Wirkung, die von einer mechaniſchen Kraft abhängt, oder,

Digitized by Google

wenn man will, von einer dynamiſchen Kraft, ohne daß dadurch die Qualität der Materie verändert wird. Jede chemiſche Verwandtſchaft ſetzt aber eine Qualitätsveränderung der Materien voraus. Herr Ermann ſagt ſelbſt, daß alle die Erſcheinungen, welche ſeine erwähnten Verſuche gaben, von einer noch unbekannten mechaniſchen Kraft abhangen, welche die elektriſche Säule auf die tropfbar flüſſigen Materien ausübet. Eine mechaniſche Kraft kann durchaus keine Veränderung in der Qualität der Materien, wohl in der Quantität hervorbringen, ſo daß dadurch die Adhäſion ſtärker und ſchwächer werden kann, je nachdem die mechaniſche Einwirkung dieſer Kraft iſt. Vielleicht iſt bey jeder chemiſchen Verwandtſchaft vorher eine ſolche mechaniſche Kraft nothwendig, wenn chemiſche Kräfte in einander wirken ſollen. Zugleich bemerke ich hier, daß ich mich keineswegs mit den neuern Atomiſtikern vereinbaren kann, welche behaupten, daß bey einer vollkommenen Auflöſung zweyer heterogener Materien die Durchdringung derſelben eine Chimäre ſey. M. ſ. den Artikel: Auflöſung.

Herr Prof. Link *) hat bey der Gelegenheit, wo er die Natur der flüſſigen Körper feſtzuſetzen ſucht, noch mehrere Adhäſionsverſuche angeſtellt, und dabey vorzüglich darauf aufmerkſam gemacht, daß bey ſolchen Verſuchen die Adhäſion nicht allein, ſondern auch die Cohäſion der Körpertheile unter ſich in Betrachtung gezogen werden müſſe. Er hieng eine runde Chalcedonplatte von 10,2 Linien alten Pariſ. Maßes im Durchmeſſer an eine ſcharfziehende Wage ins Gleichgewicht, benetzte ſie mit reinem Waſſer, und ließ ſie herab auf einen Sandhaufen. Darauf wurde ſie von einem Gegengewicht abgeriſſen: ſie führte von dem anklebenden Sande mit ſich, aber das Gewicht, welches dieſem anklebenden Sande das Gleichgewicht hielt, war vollkommen hinreichend, um das Abreißen zu bewirken. Hieraus ſchließt Herr Link, daß die

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. 47. S. 1. u. f.

Sandkörner keine bedeutende Cohäſion unter einander zeigten. Ganz anders aber verhalte es ſich, wenn dieſe Platte auf einen flüſſigen Körper herabgeſenkt werde. Dann gehörte ſtets ein nicht unbeträchtliches Gewicht dazu, um die Platte los zu reißen, auch wurde ſie benetzt losgeriſſen; hieraus folgerte er, daß hier nicht allein die Adhäſion, ſondern auch die Cohäſion der flüſſigen Theile unter ſich aufgehoben war. Hiedurch glaubte er die gemeine Meinung, welche das Weſen der flüſſigen Materien in einer ſehr geringen Cohäſion ſetzte, zu widerlegen. Er ſtellte dieſe Verſuche mit verſchiedenen flüſſigen Körpern an, und fand folgende Reſultate:

Die Chalcedonplatte riß ab von:	ein Gewicht von:		
reinem Waſſer durch	25	Grän	Med. G.
Schwefelſäure (ſpec. Gewicht = 1,803)	29	—	—
Salzſäure (ſpecif. Gewicht = 1,408)	25	—	—
eſſigſaure Bleyauflöſung (geſättigt)	25	—	—
Salpeterauflöſung (geſ.)	23	—	—
Glauberſalzauflöſung (geſ.)	22	—	—
Kaliauflöſung (ſpec. Gewicht = 1,216)	21	—	—
Mandelöhl	16	—	—
Steinöhl	16	—	—
Terpentinöhl	15	—	—
Alkohol (ſpec. Gewicht = 0,840)	15	—	—
Schwefeläther (ſehr reiner)	10	—	—

Die Temperatur der Luft und der Flüſſigkeit waren 12 Grad Reaum. über dem Thaupunkte.

Sechs bis acht Grade Unterſchied in der Temperatur zeigten ihm nach vielfältiger Wiederholung der Verſuche keinen bedeutenden Einfluß. Herr Achart hatte bey ſeinen zahlreichen Verſuchen dieſer Art die Folge daraus gezogen, daß ſie blos den Grad der Adhäſion anzeigten, und glaubte, daß die Cohäſion keinen Einfluß dabey haben könne, weil ſonſt daraus folgen müßte, daß die Cohäſion der fetten Oehle ſtärker ſey, als die der wäſſerichten Flüſſigkeiten. Herr Link bemerket dagegen aber ganz richtig,

daß dieſer Umſtand näher unterſucht zu werden verdiente, indem es eine vorgefaßte Meinung ſey, daß die Flüſſigkeiten von der Cohäſion abhängen. Morveau's Verſuche beträfen meiſtens das Anhängen der Metallplatten an Queckſilber, und meine, daß man die Unterſchiede der Adhäſion und nicht die der Cohäſion durch ſolche Verſuche finde; denn ſonſt ließe ſich nicht begreifen, warum verſchiedene feſte Platten auch verſchiedene Gewichte erforderten, um von einer und derſelben Flüſſigkeit abgeriſſen zu werden. Guyton-Morveau leitet dieſes ſelbſt von der Geſtalt der kleinern Theilchen des feſten Körpers her; er ſagt, man könne ſich vorſtellen, als ob bald mehr oder weniger Fäden oder Säulen der Flüſſigkeit an den feſten Körpern hängen blieben. Nenne er dies Mehr oder Weniger Grade der Adhäſion, ſagt Herr Link, ſo habe er Recht, und durch Verſuche mit einer und derſelben Flüſſigkeit angeſtellt, wobey die Cohäſion einerley bleibe, ließen ſich dieſe Grade finden. Nehme man aber für alle dieſe Verſuche denſelben feſten Körper, ſetze man alſo die Adhäſion gleich, ſo finde man offenbar die Cohäſion, ſobald die Platte benetzt bleibe, indem hier die Säulen der Flüſſigkeiten zerriſſen würden.

Man könnte zwar ſagen, die Nähe des feſten Körpers erhöhe oder vermindere die Cohäſion des Flüſſigen. Dies ſey richtig; doch könne es nur bis auf eine gewiſſe, nicht ſehr weite Entfernung gehen. Im erſten Falle würde die flüſſige Säule an der Stelle der ſchwächſten Cohäſion, d. h. der natürlichen dem Körper eigenthümlichen, reißen. Im zweyten Falle würde allerdings die Größe der natürlichen Cohäſion auf dieſem Wege nicht gefunden. Es ſchiene ihm wichtig, dieſen Umſtand näher zu prüfen.

Zu dem Ende breitete er eine Schichte von einer Flüſſigkeit auf einer Platte aus, und verſuchte dann die Chalcedonplatte davon abzureißen. Hier wurde ein weit größeres Gewicht erfordert, als wenn ſie von der Flüſſigkeit in Maſſe losgeriſſen wurde. Die Erfolge waren folgende:

Die Chalcedonplatte riß ab von

Waſſer durch 25 Gr. und als es ausgebreitet war auf	Glas	durch	146	Grän.
	Zink	—	45	—
Bleyzuckerauflöſung d. 25 Gr. und als ſie ausgebr. war auf	Glas	—	67	—
	Zink	—	80	—
Salpeterauflöſung durch 23 Gr. und als ſie ausgebr. war auf	Glas	—	45	—
	Zink	—	31	—
Glauberſalzauflöſung d. 22 Gr. und als ſie ausgebr. war auf	Glas	—	45	—
	Zink	—	54	—

Eine runde meſſingene Platte von 2 Zoll im Durchmeſſer, centriſch aufgehängt, riß ab von

Waſſer durch 214 Gr.; u. von demſelben, als es ausgebreitet war auf	Glas	durch	475	Grän.
	Zink	—	920	—
	Kupfer	—	1000	—

Dergleichen Verſuche, bemerkt Herr Link, ſind zwar nicht unbekannt, aber noch nicht gehörig erörtert. Muſſchenbroek hatte bereits zwey Platten mit zerlaſſenem Talk beſtreichen, dann erkalten laſſen; daß er aber dabey die durch Adhäſion vermehrte Cohäſion finde, erwähnt er nicht. Parrot *) nimmt auf Verſuche dieſer Art Rückſicht, und ſchreibt den Erfolg einem Verſchieben der Waſſerſäulen zu, welches zwiſchen zwey feſten Körpern nicht ſtatt finde. Er ſagt: „hier (wenn eine Platte von einer großen Maſſe abgezogen wird), folgte bey der Hebung der Platten eine Schicht nach der andern in die Höhe, bis die Anzahl dieſer Schichten eine ſolche Höhe erreichte, daß die Theilchen von den Rändern der Platten ab nach den innern Waſſertheilen herabfließen konnten. — Im Verſuche mit zwey Platten kann dies nicht ſtatt finden, ſondern die ſehr geringe Dicke der Schichten zwingt die Waſſertheile zu einer völligen plötzlichen Trennung.“ Herr Link ſagt dagegen, es ſey ja nicht die Adhäſion, welche aufgehoben werde, ſondern die Cohäſion der Flüſ-

*) Grundriß der theoretiſchen Phyſik. Th. I. S. 70.

ſigkeit; das Waſſer fließe von den Platten nicht gegen die Mitte der erhobenen Säule, und wenn dieſes geſchähe, müßte ja da, wo ſie reiße, die Cohäſion ſtärker ſeyn, als am Rande der Platten. Ueberdies ſey ein Schwanken der Platten und ungleiches Abreißen weit ſchwerer bey zwey Platten zu verhüten, als bey einer; hier blieben auch beym Schwanken die Seiten der Platten in der Flüſſigkeit, dort ſchlügen ſie gegen einander, ſprängen ab, und zerriſſen dadurch die Waſſerſäule früher an einer Seite, als an der andern. Dies ſey augenſcheinlich. Es ſey ihm äußerſt ſchwer geworden, bey der Nähe zweyer Platten die Flüſſigkeit gleichförmig zu zerreißen. Die Anziehung der Platten zu einander komme nicht in Betrachtung; in der Entfernung, welche die Dicke der Waſſerſchicht betrage, ſey ſie nicht bemerklich, und immer ſey es doch die Cohäſion des flüſſigen Körpers, welche aufgehoben werde.

Herr Link folgert aus dieſem Verſuche, daß ein Körper in dem andern Cohäſions-Veränderungen hervorbringen könne; er möchte noch lieber ſagen, erregen, weil die Cohäſion etwas Inneres ſey, indem ſie nur durch ein ſehr kleines Quantum von Materie hervorgebracht werde, da ſie ſich faſt gar nicht in die Ferne erſtrecke. Es ſey dies eine ſehr merkwürdige Erſcheinung, welche zeige, daß die Körper auf einander weit mehr einwirkten, als wir ihnen zutraueten. Die Cohäſionsveränderung möge immerhin in der Verſchiebbarkeit der Theilchen liegen, ſie möge daher kommen, daß die Waſſerfäden ſich leicht an einander hin bewegten, und ſo zugleich oder einzeln riſſen, aber dieſe Veränderung ſey nicht blos mechaniſch, ſondern auch chemiſch, wie die Stärke des Zuſammenhanges bey Zink und Bleyzucker beweiſe, wo eine Zerſetzung vorgehe.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik in verſchiedenen Stellen. Journal für die Chemie, Phyſik und Mineralogie von A. F. Gehlen. B. IX. S. 104 u. f. Annales de chimie in verſchiedenen Tom.

Aepfelſäure (Zuſ. z. S. 55. Th. I.). Nach neuern Verſuchen des Herrn **Bouillon la Grange** ſoll die Aepfelſäure keine eigenthümliche Säure, ſondern eine mit einer Art von Extractivſtoff verbundene Eſſigſäure ſeyn. Dagegen behauptet aber **Danovan**, daß ſie allerdings ſeinen Verſuchen zu Folge als eine eigenthümliche Säure müßte betrachtet werden. Indeſſen bemerket er aber doch, daß keine der von **Scheele** empfohlnen Verfahrungsarten eine reine Aepfelſäure liefre. Herr **Vauquelin** gebrauchte eine Methode aus dem Safte des Hauslauchs (sempervivum tectorum) eine ziemlich reine Aepfelſäure zu ſcheiden. Will man dieſe Säure rein erhalten, ſo ſcheint es ein weſentliches Erforderniß zu ſeyn, noch vor der Fällung mit eſſigſaurem Bley den Schleim möglichſt abzuſcheiden; im entgegengeſetzten Falle fällt dieſer in Verbindung mit Bley nieder, und läßt ſich nicht von der Säure trennen.

Auch hatte **Scheele** aus dem Safte der Vogelbeeren (sorbus aucuparia) eine Säure geſchieden, die er für eine wirkliche Aepfelſäure hielt. Herr **Donavan** behauptet aber, daß ſeinen Verſuchen zu Folge dieſe Säure eine eigenthümliche Säure ſey. Nach neuern Verſuchen ſcheint aber doch dieſe Säure von der Aepfelſäure nicht verſchieden zu ſeyn. Daher hat man auch der Aepfelſäure den Nahmen der **Vogelbeer- oder Spierſäure** (acidum ſorbicum, acide ſorbic) gegeben. In hoher Temperatur verwandelt ſie ſich in Dunſt, der ſich zu weißen nadelförmigen Kryſtallen verdichtet; ſie fällt weder die wäſſerige Auflöſung des Kalks noch die des **Baryts** (Baria), zerſetzt aber das eſſigſaure Bleyoxyd, und bildet mit der Grundlage deſſelben eine voluminöſe weiße flockige Subſtanz, welche nach und nach eine kryſtalliniſche Geſtalt annimmt, und bey der Temperatur des kochenden Waſſers in dieſem zu einer terpentinartigen Maſſe ſchmilzt. Uebrigens bildet dieſe Säure mit Kali ein zerfließliches und mit Baryt ein ſehr zur Kryſtalliſation geneigtes Salz,

Digitized by Google

Erſcheinungen, welche anzeigen, daß ſie eine größere Menge Waſſerſtoff enthält, als die Weinſäure.

M. ſ. chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Artikel Aepfelſäure. Döbereiner Grundriß der allgemeinen Chemie. Jena. 1819. 8. S. 348.

Aeroſtat (Zuſ. z. S. 72. Art. Aeroſtat Th. I.). In den neuern Zeiten hat man die Luftſchifferey zu weit wichtigern Zwecken benutzt, als vormals geſchah. Der Graf Francesco Zambeccari ſuchte zuerſt den Gedanken in Ausführung zu bringen, den Luftballon durch angebrachte Luftruder in jede beliebige Luftregion zu verſetzen. Seine Theorie gründet ſich auf folgende Vorausſetzungen: in der Atmoſphäre finden beſtändig zu gleicher Zeit ſehr verſchiedene Strömungen in verſchiedenen Höhen ſtatt; dieſerwegen kommt es nur darauf an, daß der Luftſchiffer ſeinen Luftball nach Willkühr könne ſteigen oder ſinken laſſen; denn alsdenn wird er immer eine Region auffinden können, in welcher gerade der Wind herrſcht, deſſen er bedarf, und inſofern wird die Richtung, nach der ſein Ball ſich bewegen ſoll, von ihm beſtimmt werden können. Um nun ferner den Luftball nach Willkühr auf- und abſteigen zu laſſen, ſuchte er vermittelſt einer Montgolfiére und zweyer großer Flügel oder Luftruder zu bewirken. Die erſte abenteuerliche Luftreiſe des Grafen in einem Ballon, der mit der ganzen Belaſtung über 2000 Pfund wog, hätte ihm beynahe das Leben gekoſtet. Bey dem andern Verſuche wog der Aeroſtat 850 Pfund, und hiebey hatte hatte man vorzüglich die Abſicht, die Wirkung der Ruder zu erproben. Nachdem der Aeroſtat ſo viel Ballaſt eingenommen hatte, daß er mit der Luft im Gleichgewicht war, wurden 25 Pfund Ballaſt ausgeworfen. Sogleich ſtieg der Ballon ſo hoch, als es die Taue erlaubten, an welchem die Maſchine befeſtigt war, d. i., 40 Fuß hoch. Nun wurden die Ruder in Bewegung geſetzt, und es gelang in der That, den Ball langſam bis zur Erde herabſteigen zu machen. Es wurde daher durch regelmäßiges Rudern eine Steigkraft von 25 Pfund überwunden.

Um nun auch die Wirkung der Montgolſière zu unterſuchen, wurde der vorige Ballaſt wieder eingenommen, und noch 5 Pfund mehr, als zum Gleichgewicht mit der Luft erforderlich war. Es war hinreichend, zwey Klappen der Lampe zu öffnen und den Weingeiſt anzuſtecken, um die Montgolſière ſo anzuſchwellen, daß ſie die ganze Maſchine hob, ſo hoch als es die Taue erlaubten. Nun wurden die Klappen geſchloſſen; die Montgolſière ſank wieder zuſammen, und der Aeroſtat ſtieg langſam zur Erde herab. Hierauf wurden bey derſelben Ueberwucht ſechs Flammen angeſteckt. Nun ſtieg der Ballon weit ſchneller, und ſank, als die Lampen ausgelöſchet wurden, nicht ſogleich wieder herunter, ſondern erſt nach 2 Minuten, und ſodann eben ſo langſam, als das erſtemal.

Nach dieſen Verſuchen brachten die beyden Aeronauten noch einmal die Maſchine ins Gleichgewicht mit der Luft; überzeugten ſich, daß eine Ueberwucht von einigen Pfunden hinreichte, ſie zum Sinken zu bringen; und erhoben ſich dann mit 8 Weingeiſtflammen, indem ſie Taue fallen ließen. Jetzt war es 10 Uhr 50 Min. Das Barometer ſtand zu Bologna 27″ 7‴ pariſ. Das Thermometer auf 17°, 33 Reaum., und der Wind war NNW. ſchwach. Der erſte Theil ihrer Reiſe dauerte bis 1 Uhr 7 Minuten, und ſie entfernten ſich in dieſer Zeit nur 6 italiän. Meilen von Bologna. Die Beobachtungen während dieſer Zeit von ihnen angeſtellt, ſind folgende:

1. Der niedrigſte Barometerſtand, bis zu welchem ſie ſich erhoben, war 20 Pariſ. Zoll, die geringſte Thermometerhöhe 9° Reaum.

2. Sie kamen durch eine Wolke. Weder im Annähern zu derſelben, noch in dem Augenblicke, als ſie dieſelbe durchſchnitten, konnten ſie bemerkbare Spuren von Electricität wahrnehmen.

3. Auf ihrem Fluge fanden ſie drey verſchiedene Winde; der erſte trieb den Ballon nach Süden, der zweyte nach Weſten, der dritte endlich nach Nordweſt.

Digitized by Google

4. Endlich fanden ſie ihre Maſchine ſowohl den Rudern, als der Montgolſière, je nachdem ſie dieſe mehr oder weniger aufſchwellten, folgſam.

Dieſe Verſuche beſtätigten alſo die Idee des Grafen Zambeccari über die Möglichkeit und Weiſe, die Aeroſtaten zu lenken, ſehr befriedigend. Indeß lehrte der Erfolg zugleich, daß bey dieſer Lenkungsmethode die Sicherheit des Schiffers allzuſehr aufs Spiel geſetzet wird. Trift er während ſeines Fluges auf einen etwas heftigen Windſtoß, ſo können ihm manche Unglücksfälle begegnen.

Nicht lange hierauf haben die beyden Herren Biot und Gay-Lusſac ein Paar Luftreiſen zum wiſſenſchaftlichen Zwecke unternommen *). Zu dieſer Abſicht hatten ſie ſich mit einer an einen ſehr feinen Seidenfaden ſchwebenden Magnetnadel, mit ein Paar genauer Sekundenuhren, einem gewöhnlichen Abweichungscompaſſe und zwey Inclinatorien, mit einem zur Beobachtung der Luftelectricität, mit einer Glaskugel, die möglichſt luftleer gemacht war, um ſie mit oberer Luft zu füllen, mit einem Barometer, Thermometer und Hygrometer verſehen. Auch hatten ſie noch einige Metallſcheiben mitgenommen, um Volta's Verſuche über die Electricität durch Berührung in den höhern Regionen zu wiederhalen. Endlich befanden ſich noch in der Gondel verſchiedene Thiere, als Fröſche, Vögel und Inſekten.

Ihre erſte Luftreiſe geſchah am 24. Auguſt 1804 um 10 Uhr Morgens. Das Barometer ſtand auf 28″ 3‴ Höhe, das Thermometer auf 16½° der hunderttheiligen Skale (13°, 2 Reaum.), und das Hygrometer auf 80°, 8, folglich ziemlich nahe dem Punkte der größten Feuchtigkeit. Sie kamen bald in die Wolken, welche wie leichte Nebel waren, und ein ſchwaches Gefühl von Feuchtigkeit erregten. In einer Höhe von 2000 Mètres verſuchten ſie, durch gegenſeitige Berührung iſolirter Me-

*) Journal de physique. Tom. LIX. p. 314. sqq.

Digitized by Google

talle Electricität zu erregen, und dies gelang gerade ſo, als an der Erde. Sie errichteten nämlich eine Säule von 20 Platten gaarem Kupfer und Zink. Sie gab, wie gewöhnlich, einen pikanten Geſchmack, Schläge und Waſſerzerſetzung. Die mitgenommenen Thiere ſchienen noch nichts von der verdünnten Luft zu leiden, obgleich der Barometer bis auf 20″ 8‴ herabgeſunken war. Das Thermometer ſtand auf 13° der hunderttheiligen Skale (10°, 4 Reaum.). Mit der Magnetnadel Verſuche anzuſtellen, war es ſchwer, weil ſich der Ballon beſtändig drehete; indeſſen bemerkten ſie, daß dies Drehen nicht immer nach einerley Seite ging, vielmehr wurde es nach und nach langſamer, hielt dann etwas ſtille, und ging dann in ein Drehen nach entgegengeſetzter Richtung. Dieſen Stillſtand, der zwar nur einige Augenblicke dauerte, benutzten ſie gleichwohl zu den Beobachtungen mit der Magnetnadel. Auf dieſe Art konnten ſie doch nicht mehr als 10 Beobachtungen anſtellen, welche in Höhen von mehr als 2800 Mètres angeſtellt ſind, und dahin übereinſtimmen, daß die horizontalſchwebende Magnetnadel in dieſen Höhen 5 Schwingungen in 35 Sekunden macht. An der Erde gingen auf 5 Schwingungen 35¼ Sekunde hin. Allein dieſer Unterſchied war unter den angeführten Umſtänden viel zu klein, um nur irgend eine Rückſicht darauf zu nehmen, und es ſcheint daher völlig ausgemacht zu ſeyn, daß der Magnetiſmus von der Oberfläche der Erde bis zu einer Höhe von 4000 Mètres nicht merklich abnimmt, ſondern daß er innerhalb dieſer Grenzen überall gleich ſtark und nach denſelben Geſetzen wirkt.

Der Herr v. Sauſſure hatte Verſuche in verſchiedenen Höhen mit der Magnetnadel angeſtellt, welche damit nicht übereinſtimmen. Die Herren Biot und Gay-Luſſac bemerken aber dagegen ganz richtig, daß ihre Verſuche auf einer Ebene und in freyer Luft angeſtellet worden, und daher einen Vorzug verdienten vor den Verſuchen des Herrn de Sauſſure, welcher die ſeinen am Fuße und auf dem Gipfel eines Berges angeſtellet habe.

Was die Neigung der Magnetnadel betrifft, ſo konnten ſie darüber keine zuverläſſige Beobachtung anſtellen; indeſſen hatten ſie doch bemerkt, daß die horizontale magnetiſche Kraft ungeändert blieb.

In Anſehung der Luftelectricität ergab ſich, daß ſie mit der Höhe der Atmoſphäre zunimmt. Merkwürdig war aber beſonders, daß das Hygrometer immer mehr nach dem Punkte der Trockenheit zurückging, je höher ſie in der Atmoſphäre anſtiegen.

Eine zweyte Luftreiſe wurde noch in demſelben Jahre von dem Herrn Gay-Luſſac allein unternommen. Er nahm die möglichſt genaueſten Inſtrumente mit, und fand dieſelben Reſultate, die er mit Biot auf der erſten Reiſe beobachtet hatte. Zugleich hatte er auch Luft auf einer Höhe von 6561 Metres und 6636 Metres in luftleer gemachte Glaskugeln herabgebracht, deren Analyſe auf den Schluß berechtigte, daß die Atmoſphäre von der Oberfläche der Erde ab, bis zu den größten Höhen, auf welchen man ſich erheben kann, überall einerley Beſchaffenheit und Zuſammenſetzung beſitze.

Schon einige Wochen früher hatten die Academiker Sacharow zu Petersburg und Robertſon eine Luftreiſe des wiſſenſchaftlichen Zweckes wegen unternommen, wovon man eine Nachricht in den Annales de chimie Tom. LII. p. 121. sqq. findet. Die auf dieſer Reiſe angeſtellten Beobachtungen ſind aber bey weitem nicht ſo genau und zuverläſſig, als die, welche die Herren Biot und Gay-Luſſac gemacht haben.

Daß genau angeſtellte Verſuche in höhern Luftregionen zu wichtigen Aufſchlüſſen noch ſehr vieler Naturerſcheinungen geeignet ſeyn würden, wird wohl Niemand in Abrede ſeyn. Es wäre daher allerdings zu wünſchen, daß geſchickte Experimentatoren, freylich mit höherer Unterſtützung, ſich dazu entſchlößen, dergleichen zum wiſſenſchaftlichen Zwecke beabſichtigte Luftfahrten zahlreicher, als bisher geſchehen iſt, zu unternehmen.

Digitized by Google

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVII. S. 338. B. XIX. S. 156. f. B. XX. S. 1. u. f. S. 107. u. f.

Aether (Zuſ. zur S. 78. B. I. Art. Aether.) Nach neuern Verſuchen und daraus gezogenen Folgen ſcheint es, als wenn man vorzüglich zweyerley Aetherarten unterſcheiden müſſe. Die eine Art entſtehet durch Einwirkung feuerbeſtändiger Säuren, ohne daß dieſe ſelbſt einen Beſtandtheil des neu entſtandenen Produktes ausmachen. Nach den Verſuchen des Herrn de Sauſſure *) ſcheinen die Säuren unter dieſen Umſtänden als entwäſſernd zu wirken, indem ſie dem Alkohol einen Theil des zu ſeiner Miſchung gehörenden Waſſers entziehen. Nach ihm iſt der Alkohol aus ölmachendem Gas, welches mit der Hälfte ſeines Gewichts Waſſer verbunden iſt; Aether aus ölmachendem Gas, welches nur mit dem vierten Theile ſeines Gewichts Waſſer vereiniget iſt, gebildet. Da nun im ölmachenden Gas kein Waſſer ſich befindet, ſo iſt klar, worauf ſich die Wirkung der zugeſetzten Säuren bey der Bildung des Aethers und ölmachenden Gas beſchränke. In beyden Fällen entziehen ſie dem Alkohol blos von dem zu ſeiner Grundmiſchung gehörenden Waſſer. Wenn man z. B. Alkohol mit ungefähr einem ihm gleichen Gewichte Schwefelſäure miſcht, ſo iſt die angewandte Menge von Säure blos hinreichend, um die Hälfte des dem Alkohol weſentlichen Waſſers zu entziehen, und es wird Aether gebildet. Miſcht man dagegen den Alkohol mit ſeinem vierfachen Gewichte Schwefelſäure, ſo iſt das Quantum der Säure hinreichend, dem Alkohol alles Waſſer zu rauben, dann wird nicht Aether, ſondern ölmachendes Gas gebildet.

Nach **Thenard's** Verſuchen wirken die mineraliſchen Säuren bey der Aetherbildung nicht etwa dadurch, daß ſie aus dem Alkohol Waſſer abſorbiren, ſondern vielmehr dadurch, daß ſie den Alkohol condenſiren, und mithin

*) Journal de phyſique. Apr. 1807.

eine wirkliche Annäherung der Alkoholtheilchen bewirken. Daher können auch nur concentrirte Säuren dieſe Veränderung hervorbringen; mit Waſſer verdünnte ſind für dieſen Zweck unbrauchbar.

Von den zu dieſer Claſſe gehörigen Aetherarten ſind drey bekannt, welche ſämmtlich in ihrer Grundmiſchung übereinzukommen ſcheinen; nämlich Schwefel-, Phosphor- und Arſenik-Aether. Die beyden letztern Arten hat Herr Boullay (Apotheker zu Paris) zuerſt dargeſtellt, indem er einen beſondern Apparat einrichtete, wodurch es ihm gelang, die Berührung der beyden mit wenig Kraft auf einander wirkenden Körper zu vermehren und zu verlängern.

Die zweyte Claſſe von Aethern beſteht aus ſolchen, welche vermittelſt flüchtiger Säuren, die ſich mit der ätheriſchen Flüſſigkeit chemiſch verbinden, gebildet werden. In dieſe Claſſe gehören der Salzäther, Eſſigäther, Ameiſenäther, Salpeteräther, jede Waſſerſtoffſäureäther, Beuzneäther, Kleeſäureäther, Gallusſäureäther, Weinſteinſäureäther, Zitronenſäureäther u. ſ. f.

M. ſ. Supplemente zu dem chemiſchen Wörterbuche von Klaproth und Wolff. B. I. S. 4. u. f. Annales de chimie. Tom. LXII. p. 225. sqq. Tom. LXIII. p. 49. sqq. Tom. LXXVIII. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLIV. p. 270 u. f.

Alaun (Zuſ. z. S. 83. Th. I.). Erſt in den neuern Zeiten ſind die eigentlichen Beſtandtheile dieſes Salzes näher unterſucht worden, und Herr Klaproth fand zuerſt, daß das Kali einen weſentlichen Beſtandtheil deſſelben ausmache. Da der römiſche Alaun gewöhnlich für den beſten gehalten wurde, ſo unternahm es Herr Vauquelin mehrere Arten von Alaun chemiſch zu unterſuchen. Die Analyſe zeigte die größte Uebereinſtimmung in Rückſicht des Gehaltes an Alaunerde, Schwefelſäure und ſchwefelſaurem Kali; nur einige Sorten zeigten geringe Spuren von ſchwefelſaurem Ammonium und Eiſen.

Digitized by Google

Vauquelin erklärte daher den Vorzug, den man gewöhnlich dem römiſchen Alaun gebe, bloß als ein Vorurtheil. Dagegen behauptet aber Curadeau α) das Gegentheil, und glaubt, der römiſche Alaun beſitze Eigenſchaften, welche die chemiſche Analyſe nicht zu erklären vermöge. Nach ſeiner Vermuthung beſtehen dieſe vielleicht in Modificationen, welche die Nachbarſchaft des Vulkans in der Alaunerde hervorbringt.

Nach Herrn Berzelius ſind die Beſtandtheile des Alauns folgende:

Schwefelſäure	34,23
Alaunerde	10,86
Kali	9,91
Waſſer	45,00
	100,00.

Herr Seguin β) hat umſtändliche Unterſuchungen über die Beſtandtheile des Alauns und ſeine Reinigung angeſtellt. Im römiſchen Alaun fand er die Menge vom ſchwefelſaurem Ammonium ſo gering, daß ſie nicht berechnet werden konnte, und der Eiſengehalt war in ſelbigem kaum beſtimmbar. Da nun der allgemeine Vorzug des römiſchen Alauns in keinem Vorurtheile zu ſuchen iſt, ſo ſcheint er wohl beſonders in dem geringern Eiſengehalt zu liegen. Herr Seguin verſuchte daher auch, den Eiſengehalt bey andern Alaunarten wegzunehmen, und fand kein beſſeres Mittel, als die Auflöſung des Alauns im Waſſer, und die darauf erfolgte Kryſtalliſation. Er löſte z. B. 100 Theile Alaun in 200 Theilen Waſſer auf, brachte die Auflöſung zum Kryſtalliſiren, und gewann 72 Theile Alaun, welche keine Spur von Eiſen zeigten. In der Mutterlauge wurden 66 Theile deſſelben Alauns aufgelöſet, und 60 Theile erhalten, die ebenfalls frey vom Eiſen waren, u. ſ. f. Auf ſolche Art erhielt er we-

α) Annales de chimie. Tom. LI. p. 328.

β) Annales de chimie. Tom. LXXV. p. 105. 199.

nigſtens ⅞ des Alauns von einer vorzüglicheren Güte, als der beſte römiſche Alaun.

Daß der Alaun außer dem Gebrauche in der Medicin und beſonders in der Färbekunſt auch noch ein vorzügliches Ingredienz der Miſchungen ausmacht, mit welchen man brennbare Körper gegen Entzündung zu ſchützen ſucht, verdient hier noch angeführt zu werden.

Alaunerde (Zuſ. z. S. 84 B. I.). Herr de Sauſſure *) führet an, daß die Alaunerde aus der Auflöſung des Alauns in zwey ſehr verſchiedenen Zuſtänden gefällt werde, je nachdem die Umſtände verſchieden ſind. Würde nämlich der Alaun in der kleinſtmöglichen Menge Waſſer aufgelöſet, ſo hat die gefällte Alaunerde eine weiße Farbe, iſt zerreiblich, ſehr ſchwammig und hängt ſtark an der Zunge. In dieſem Zuſtande nennt ſie de Sauſſure ſchwammige Alaunerde. Wird dagegen der Alaun in einer ſehr großen Menge Waſſer aufgelöſet, ſo erhält man die Alaunerde nach dem Trocknen als eine ſpröde, durchſichtige, gelbgefärbte Maſſe, die, wenn man ſie in der Hand hält, wie Schwefelſtangen in Stükken ſpringt. Ihr Bruch iſt glatt und und muſchlig, ſie klebt nicht an der Zunge, und hat im Aeußern keine Aehnlichkeit mit der Erde. In dieſem Zuſtande nennt ſie de Sauſſure gallerartige Alaunerde.

Der Herr de Sauſſure ſetzt die Temperatur, bey welcher das Schmelzen dieſer Erde erfolget, gleich 1575° nach Wegwods Pyrometer.

M. ſ. Chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Artikel: Alaunerde.

Ameiſenſäure (Zuſ. z. S. 89. Th. I.). Weil dieſe Säure in Anſehung ihrer Natur ſich von der Eſſigſäure nicht ſonderlich unterſcheidet, ſo haben mehrere Chemiker beyde für einerley gehalten. Herr Gehlen hat aber auf eine genugthuende Art dargethan, daß die Ameiſenſäure wirklich, wie ſchon die ältern Chemiker behaupteten, eine

*) Journal de physique. Tom. LII. p. 280 sqq.

eigenthümliche Säure ſey. Sie unterſcheidet ſich von der Eſſigſäure vorzüglich durch ihre größere Sättigungscapacität.

Anſchauung, Anſchauen (M. A.) (intuitus) iſt nach dem eigentlichen Sprachgebrauche eine jede Vorſtellung, welche man durch das Geſicht von irgend einem Gegenſtande unmittelbar erhält. Z. B. wenn man einen Menſchen, ein Thier, einen Baum, einen Stein u. ſ. f. unmittelbar anſiehet (anſchauet), ſo erlangt man davon unmittelbar eine Vorſtellung. Eine ſolche Anſchauung giebt uns alſo in der Sinnenwelt eine völlige Ueberzeugung von dem Daſeyn eines Objectes. Was aber dies Object für Eigenſchaften oder Merkmahle beſitzet, um es von andern Dingen unterſcheiden zu können, oder eine eigentliche Erkenntniß von dem angeſchaueten Objecte verſchafft uns die Anſchauung nicht. Es iſt daher die Anſchauung in dieſem Sinne nur vermittelſt unſers Geſichts möglich, und bezieht ſich blos auf das Mannigfaltige, welches uns die Sinnenwelt darbietet. Man kann alſo auch eine jede Geſichtsvorſtellung eines Mannigfaltigen eine Anſchauung nennen.

Kant war der erſte, welcher unter dem Ausdrucke, Anſchauung, nicht eine bloße Geſichtsvorſtellung, ſondern eine jede unmittelbare Vorſtellung von dem Einzelnen, was gegeben wird, und gegeben werden kann, verſteht. Er unterſchied ganz richtig ein doppeltes Vermögen, oder eine doppelte Fähigkeit des menſchlichen Geiſtes; nämlich die Sinnlichkeit und den Verſtand. Vermittelſt der Sinnlichkeit werden uns die Gegenſtände gegeben, und ſie allein liefert uns Anſchauungen; durch den Verſtand aber werden ſie gedacht, und daraus entſtehen Begriffe. Zuletzt muß ſich aber alles Denken vermittelſt gewiſſer Merkmahle, auf Anſchauungen, mithin bey uns, auf Sinnlichkeit beziehen, weil uns auf keine andere Art ein Object gegeben werden kann. Anſchauungen und Begriffe ſind alſo die alleinigen Elemente unſerer geſammten Kenntniſſe von Dingen, ſo daß weder Begriffe, ohne

Digitized by Google

ihnen auf einige Art correſpondirende Anſchauung, noch Anſchauung ohne Begriffe, ein Erkenntniß abgeben können. Kant unterſcheidet eine reine Erkenntniß (Erkenntniß a priori) von der empiriſchen Erkenntniß von Dingen (Erfahrungserkenntniß oder Erkenntniß a poſteriori). Unter reinen Erkenntniſſen verſteht er ſolche, die ſchlechterdings von aller Erfahrung unabhängig ſind, und ihren Sitz noch vor aller Erfahrung in unſerm geiſtigen Weſen haben, ja ſelbſt den Erfahrungserkenntniſſen zur Grundlage dienen. Die Erfahrungserkenntniß von Dingen kann nie allgemein gültig und apodiktiſch ſeyn, ſie überzeugt uns nur von dem, was wir bisher wahrgenommen haben; finden ſich aber andere Eigenſchaften und Merkmale, ſo muß auch die Erfahrungserkenntniß darnach modificirt werden. Giebt es alſo eine Erkenntniß von Dingen, wo eine ſtrenge Allgemeinheit und Nothwendigkeit ſtatt findet, ſo ſind dies ſichere Kennzeichen einer reinen Erkenntniß von Dingen. Daß es aber eine ſolche gebe, beweiſet ſchon die Mathematik.

Diejenige Wirkung, welche irgend ein Gegenſtand auf unſer Vorſtellungsvermögen hervorbringt, heißt Empfindung, und die Anſchauung, welche ſich auf den Gegenſtand der Empfindung bezieht, empiriſch. Das unbeſtimmte Object einer empiriſchen Anſchauung wird Erſcheinung (Phänomen) genannt, (nicht, wie mehrere Gegner von Kant dies Wort für Schein genommen haben). Dasjenige, was in der Erſcheinung der Empfindung entſpricht, nennt Kant die Materie oder den Stoff, und dasjenige, was macht, daß das Mannigfaltige der Erſcheinung in gewiſſen Verhältniſſen geordnet werden kann, die Form der Erſcheinung. Der Stoff oder die Materie der Erſcheinung iſt uns jederzeit a poſteriori gegeben, allein die Form derſelben muß in unſerm Geiſte a priori bereit liegen, und folglich abgeſondert von aller Empfindung betrachtet werden können, weil die Form, worin ſich die Empfindungen allein ordnen, nicht ſelbſt wiederum Empfindung ſeyn kann. Sie wird daher

auch die reine Form ſinnlicher Anſchauungen überhaupt genennt, und kann ſelbſt als eine reine Anſchauung betrachtet werden. Wenn man z. B. von der Vorſtellung eines Körpers das, was der Verſtand davon denkt, als Materie, Kraft, Theilbarkeit u. ſ. f. abſondert so bleibt aus dieſer empiriſchen Anſchauung noch Ausdehnung und Geſtalt übrig. Dieſe gehören zur reinen Anſchauung, welche a priori, auch ohne einen wirklichen ſinnlichen Gegenſtand und der davon abhangenden Empfindung, als eine bloße Form der Sinnlichkeit in unſerm Geiſte zu ſuchen ſind. Reine Formen der Sinnlichkeit oder reine Anſchauungen giebt es nur zwey, nämlich Raum und Zeit. M. ſ. die Artikel: Raum, Zeit.

Da jede Anſchauung eine unmittelbare Vorſtellung iſt, und von der Gegenwart eines Objectes, und von deſſen Einfluſſe auf unſer Vorſtellungsvermögen abhängt so kann man mit Recht fragen, wie es unſerm Geiſte möglich ſey, etwas a priori anzuſchauen? Denn wenn kein Object unſerm Geiſte gegenwärtig iſt, ſo kann auch nichts angeſchauet werden. Es ſcheint daher eine reine Anſchauung gar nicht möglich zu ſeyn, indem ſie eine ſolche ſeyn muß, die noch vor der Gegenwart des Objectes, das angeſchauet wird, unſerm Geiſte beywohnet. Sie würde alſo kein Object haben, auf welches ſie ſich bezöge, und welches ſie unmittelbar darſtellte. Dieſe Schwierigkeit bey der Vorausſetzung der reinen Anſchauungen in unſerm Geiſte kann nur dadurch gehoben werden, daß man annimmt, dieſe Anſchauungen ſeyen nur formale Beſchaffenheiten der Fähigkeit des vorſtellenden Subjectes, von gewiſſen Objecten afficirt zu werden, und dadurch unmittelbare Vorſtellungen von dieſen Objecten zu erhalten. Wollte man vorausſetzen, unſere Anſchauungen wären von der Art, daß ſie Objecte an ſich ſelbſt, und mithin von unſerer Vorſtellung ganz unabhängige Dinge darſtellten, ſo würden gar keine Anſchauungen a priori, ſondern blos empiriſche, die einen wirklichen Gegenſtand und deſſen Einwirkung auf unſern Geiſt verlangen, ſtatt finden.

Denn was in einem Objecte an ſich ſelbſt enthalten iſt, kann nur durch ſeine Gegenwart erkannt werden. Aber auch bey der Vorausſetzung, daß ein Object unſern Geiſt afficirt, und dadurch eine Anſchauung bewirkt habe, bleibt es noch unbegreiflich, wie die Anſchauung das Object ſeinen objectiven Merkmalen nach ſollte zu erkennen geben, indem die Eigenſchaften des Objectes nicht in unſer Vorſtellungsvermögen übergehen können, und was in dieſem letztern vorkommt, bleibt immer blos Vorſtellung, nicht aber die Sache ſelbſt, worauf ſich jene beziehet. Wollte man aber auch die Möglichkeit einer Anſchauung der Dinge, wie ſie an ſich ſelbſt ſind, zugeſtehen, ſo würde doch dergleichen Anſchauung niemals a priori, und vor der Gegenwart des angeſchaueten Objectes ſtatt finden können, indem, ohne eine ſolche Gegenwart des Objectes anzunehmen, gar kein Grund der Beziehung unſerer Vorſtellung auf das Object gedenkbar iſt. Da alſo gar kein reines Erkenntniß von Dingen möglich wäre, wenn unſere Anſchauungen Dinge an ſich ſelbſt vorſtellen ſollten, ſo iſt klar, daß die Anſchauungen a priori nichts weiter enthalten, als Formen der Sinnlichkeit, welche in dem vorſtellenden Subjecte vor allen wirklichen Eindrücken der Gegenſtände urſprünglich ſich befinden. In der reinen Anſchauung iſt alſo unſer Geiſt in einen Zuſtand verſetzet, wo er die ausſchließende Freyheit hat, die reinen Formen der Sinnlichkeit auf die möglich zu gedenkenden Begriffe zu bringen. M. ſ. Raum.

Da ſich nun alle unſere Erkenntniß von Dingen zuletzt auf mögliche Anſchauungen beziehen muß, indem durch dieſe allein ein Gegenſtand gegeben wird, ſo kann ein reiner Begriff entweder ſchon eine reine Anſchauung in ſich enthalten, oder er enthält nichts weiter als die Syntheſis möglicher Anſchauungen, welche a priori nicht gegeben ſind. Im erſtern Falle läßt ſich der Begriff auf die reine Anſchauung, die ihm correſpondirt, zurückbringen, oder die urſprüngliche Thätigkeit unſerer Vernunft wird im Erkennen reine Anſchauung, mithin wird unſere Erkenntniß

intuitiv und apodiktiſch. Eine ſolche findet in der Mathematik ſtatt. Im andern Falle aber wird die urſprüngliche Thätigkeit unſeres Geiſtes nicht Anſchauung, ſondern ſie kommt erſt mittelbar durch Begriffe d. h. durch vermittelte Reflexion zum Bewußtſeyn, und unſere Erkenntniß wird nur discurſiv. Die einem reinen Begriffe correſpondirende Anſchauung a priori darſtellen, heißt den Begriff conſtruiren; daher wird zur Conſtruction eines Begriffs eine nicht empiriſche Anſchauung erfordert, welche alſo, als Anſchauung, ein einzelnes Object iſt, aber gleichwohl Allgemeingültigkeit für alle mögliche Anſchauungen, welche unter demſelben Begriff gehören, in der Vorſtellung ausdrücken muß. Es iſt folglich auch nur der einzige reine Begriff der Größe, welcher ſich conſtruiren läßt. In keiner andern Wiſſenſchaft kann alſo eine ſolche apodiktiſche Gewißheit ſtatt finden, als in der Mathematik.

Da wir nun keine ſinnlichen Gegenſtände ohne Raum und Zeit wahrnehmen können, mithin ſolche ohne reine Anſchauungen gar nicht gedacht werden können, ſo erhellet ſchon hieraus, daß es in der Naturlehre einen reinen Theil geben müſſe, auf welchem ſich alle Erfahrung gründet, und welcher auf Erkenntniß der Naturdinge a priori beruhet. Etwas a priori erkennen, heißt aber, es aus ſeiner bloßen Möglichkeit erkennen. Aus bloßen Begriffen kann die Möglichkeit der Naturdinge nicht erkannt werden, weil die Erkenntniß aus Begriffen blos discurſiv, nicht intuitiv iſt. Um alſo die Möglichkeit der Naturdinge, d. h. um dieſe a priori zu erkennen, wird noch erfordert, daß die den Begriffen correſpondirende Anſchauung a priori gegeben werde, d. h. daß die Begriffe conſtruiret werden. Es iſt daher der reine Theil der Naturlehre nur vermittelſt der Mathematik möglich, und ſie kann folglich nur ſo viel eigentliche Wiſſenſchaft enthalten, als Mathematik in ihr angewendet werden kann.

Damit nun die Anwendung der Mathematik auf die ſinnlichen Objecte möglich werde, müſſen Principien der Conſtruction der Begriffe, welche zur Möglichkeit der Ma-

Digitized by Google

terie überhaupt gehören, vorausgehen; folglich wird eine vollſtändige Entwickelung des Begriffs von einer Materie überhaupt zum Grunde geleget werden müſſen. Bey dieſem Geſchäfte ſind aber gar keine beſondere Erfahrungen nothwendig, ſondern man ſucht bloß in dem empiriſchen Begriffe Materie dasjenige zu zergliedern, was ſich auf die reinen Anſchauungen im Raume und der Zeit beziehet. Eine ſolche Zergliederung hängt alſo blos von unſerm Denkvermögen überhaupt ab, und liefert Begriffe und Grundſätze a priori, welche das Mannigfaltige empiriſcher Vorſtellungen allererſt in die geſetzmäßige Verbindung bringt, dadurch es empiriſches Erkenntniß, d. h. Erfahrung, werden kann.

Reine Anſchauungen ſind alſo bloße Formen der Erſcheinungen des äußern und des innern Sinnes (Raum und Zeit), mithin nur allein der Objecte möglicher Erfahrungen, und daraus folgt, daß unſer geſammter Vernunftgebrauch auf nichts anders gehen könne, als auf Erfahrungsobjecte, und daß die Grundſätze a priori, in welchen nichts empiriſches enthalten ſeyn kann, nichts weiter als Principien der Möglichkeit der Erfahrung überhaupt ſeyn können. Da nun die reinen Anſchauungen und die Verſtandesbegriffe noch vor allen äußern Erſcheinungen in unſerm Geiſte urſprünglich angetroffen werden, und die ſinnlichen Erſcheinungen für uns nur zufällig ſind, ſo kann ſich der Vernunftgebrauch blos auf ſubjective, nie aber auf objective Nothwendigkeit erſtrecken. Denn es iſt durchaus nicht möglich, eine ſolche Nothwendigkeit von etwas anderm herzuleiten, als aus den a priori zum Grunde liegenden Principien der Möglichkeit unſers Denkens ſelbſt, wodurch allein die Erkenntniß der Objecte, deren Erſcheinung uns gegeben iſt, d. i. Erfahrung möglich, mithin für uns ſubjectiv nothwendig wird. Geſetzt auch, wir könnten niemals hinreichend die Art erklären, wie Erfahrung dadurch allererſt möglich werde, ſo bleibt es doch unwiderſprechlich gewiß, daß ſie blos durch die Verſtandesbegriffe möglich, und dieſe Begriffe

Digitized by Google

auch in keiner andern Beziehung, als auf Gegenſtände der Erfahrung, einer Bedeutung und irgend eines Gebrauchs fähig ſind.

Die Philoſophen nach Kant, beſonders Fichte und Schelling mit den übrigen neueſten Schellingianern haben den von Kant angeführten Begriff der Anſchauung viel weiter ausgedehnt. Dieſe hatten die große Idee, die ganze Natur aus unſerm eigenen Ich entſtehen zu laſſen. So verſteht Schelling unter dem Worte Anſchauung die Handlung unſers Geiſtes, in welcher er aus unbeſchränkter und unbeſchränkender Thätigkeit in ſich ſelbſt ein gemeinſchaftliches Produkt, d. h. Materie ſchafft. Hieraus würde alſo folgen, daß Anſchauung das Höchſte im menſchlichen Geiſte wäre, nämlich dasjenige, welches eigentlich ſeine Geiſtigkeit ausmacht. Schelling ſpricht daher auch von der Conſtruktion der Materie u. ſ. w. Allein alle dieſe Ideen ſind nur wahre Hirngeſpinſte, welche der Naturlehre nicht den mindeſten Eintrag gethan, ſondern ihr vielmehr geſchadet haben. Denn dadurch hat man die von Kant noch lange nicht widerlegten genauern Anſichten der Naturdinge zugleich mit als Auswüchſe des Verſtandes verworfen.

Meiner Meinung nach hat Kant aus dem von ihm zum Grunde gelegten Begriffe der Anſchauung die richtigſten Folgen zur Grundlegung einer rationalen Naturwiſſenſchaft gezogen. M. ſ. die Artikel: **Raum, Zeit, Grundkräfte.**

M. ſ. Kant's Kritik der reinen Vernunft, an verſch. Stellen. Deſſen metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. Vorrede. Fichte's Wiſſenſchaftslehre. Schellings Naturphiloſophie u. ſ. f.

Aräometer (Zuſ. zu S. 24. Th. VI.). Der Hr. Prof. Tralles *) hat eine ſehr einfache Senkwage angegeben, welche zum Abwägen aller Arten von Körpern ſehr vortheilhaft gebrauchet werden kann. Von einem

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXX. S. 384. f.

Digitized by Google

hohlen Körper (Fig. 15.) A geht ein an demſelben befeſtigter kurzer und dünner cylindriſcher Hals B hervor, welcher mit einem dreyfach gebogenen Arme C, D, E vereinigt iſt. Den hohlen Körper A bringt man in ein cylindriſches Glas, welches den Arm außerhalb läßt, und ſetzt das Glas auf ein dazu geeignetes Geſtell ſo hoch, daß eine Schaale F, die an dem unter dem Glaſe befindlichen Theile des Armes angehängt wird, noch etwas Spielraum behält, ſich auf und ab zu bewegen. Nun gießt man eine Flüſſigkeit, z. B. Waſſer, in das Glas, und legt auf die Schaale ſo viel Gewicht, bis eine an dünnem Halſe B bemerkte Stelle gerade in die Oberfläche der Flüſſigkeit fällt. Die Wage ſchwimmt alsdenn; damit ſie ſich aber gerade aufrecht erhalte, muß der untere Theil des Armes E gehörig geſtellt ſeyn, welches durch einiges Verſuchen ſehr leicht geſchehen kann. Man biegt nämlich dieſen Theil des Armes E ſo ſeitwärts, und verſchiebt die auf demſelben am Haken hin und her bewegliche Schaale mit den eingelegten Gewichten ſo lange, bis man eine Stellung trifft, in welcher der Hals B einen rechtwinklichten Stand mit der Oberfläche des Waſſers oder der Flüſſigkeit annimmt. Dieſe Stelle merkt man ein für allemal auf E.

Will man nun das Gewicht eines Körpers finden, ſo legt man denſelben auf die Schaale F, und nimmt dafür Gewichte von derſelben weg, ſo lange bis die Wage genau bis an denſelben am Halſe B befindlichen Punkte eingetaucht iſt, als ſie es war, da die Schaale blos das Gewichtsſyſtem enthielt. Das abgenommene Gewicht giebt offenbar das Gewicht des Körpers an. Es iſt nur darauf zu achten, daß die Temperatur der Flüſſigkeit während der Operation ſich nicht geändert habe. Iſt man davon nicht verſichert, ſo legt man das Gewichtsſyſtem abermals vollſtändig ſtatt des abzuwägenden Körpers auf, und bemerket, ob mit demſelben die Wage genau denſelben Stand wieder annimmt, wie zuvor. Geſchieht dies nicht, ſo kann man für das, was man mehr oder weni-

ger auflegen muß, in Beziehung auf das Gewicht des Körpers die gehörige Berichtigung machen.

Nimmt man eine hohle Glaskugel und einen metalliſchen Draht, welchen man in ihre Oeffnung einkittet, und gehörig biegt, ſo kann man damit ſogleich eine Wage zu Stande bringen, mit welcher man Körper, ein Paar Unzen ſchwer mit der Genauigkeit von einem funfzigſten Theile eines Gräns abwägen kann.

Athmen (Zuſ. z. S. 142. Th. I.). Ueber das Athmen hat Herr Davy *) ſehr ſchätzbare Verſuche angeſtellet, theils um die Veränderungen, welche die verſchiedenen Luftarten durch die Reſpiration erfahren, auszumitteln, und theils um die Theorie der Reſpiration zu vervollkommnen. Unter allen reſpirablen Gasarten, d. h. ſolchen, die ſich durch willkührliche Anſtrengungen in die Lungen hineinziehen laſſen, hat nach Davy nur die einzige das Vermögen, das Leben dauernd zu erhalten, nämlich die atmoſphäriſche Luft. Alle andere bringen den Tod, wenn man ſie fortdauernd einathmet, jedoch auf verſchiedene Art.

Einige Luftarten, wie Salpetergas und Waſſerſtoffgas haben keinen poſitiven Einfluß auf das venöſe Blut, und Thiere ſterben in ihnen blos aus Mangel an atmoſphäriſcher Luft. Andere, wie die verſchiedenen Arten von Kohlen-Waſſerſtoffgas zerſtören das Leben durch poſitive Veränderungen des Blutes, welche wahrſcheinlich es unmittelbar unfähig machen, die Nerven- und Muskelfaſern mit dem Princip der Senſibilität und Irritabilität zu verſorgen. Das Sauerſtoffgas, welches ſich viel länger als jedes andere Gas athmen läßt, zerſtört zuletzt das Leben, indem es Veränderungen im Blute hervorbringt, welche anfangs mit neuer Lebenskraft erfüllen.

---

*) Researches chemical and philosophical, chiefly concerning nitrous oxide and its Respiration by *Davy*. Lond. 1800. p. 331 – 450. im Auszuge in Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIX. S. 298. u. f.

Oxydirtes Stickgas, mit welchem Davy die meiſten Verſuche anſtellte, hatte auf warmblütige Thiere einen ſehr großen Einfluß. Sie ſtarben an demſelben viel ſchneller als in einer gleichen Menge von atmoſphäriſcher Luft oder Sauerſtoffgas, doch nicht ſo ſchnell, als im Gas, welches auf das venöſe Blut nicht wirkt, oder als in irreſpirabeln Gasarten. Größere Thiere lebten darin länger als kleinere, alte länger als junge von derſelben Art.

Zum Einathmen der verſchiedenen Gasarten gebrauchte Davy zwey ſehr einfache Gaſometer, wovon der größere 200 Cubikzoll atmoſphäriſcher Luft faßte. Hiemit hatte er folgende ſehr merkwürdige Verſuche angeſtellt:

Wenn er die Lunge zuvor durch gewaltſames Aushauchen möglichſt frey von Luft gemacht hatte, ſo konnte er auf einen Athemzug bey einer Temperatur von 61° Fahr. 141 Cubikzoll atmoſphäriſcher Luft einathmen. Beym Ausathmen betrugen dieſe nur noch 139 Cubikzoll. An Stickſtoffgas, Sauerſtoffgas und kohlenſaurem Gas kamen dabey in die Lunge 103, 37, 1; und aus der Lunge heraus 101, 32, 6 Cubikzoll. Auf das Aus- und Einathmen war $\frac{1}{4}$ Minute Zeit verſtrichen. Davy wiederholte dieſen Verſuch mehreremal, und beſtändig verſchwanden bey einem ſolchen gewaltſamen einmaligen Athmen 1 bis 3 Cubikzoll Stickgas, und 5 bis 6 Cubikzoll Sauerſtoffgas, und entſtanden 5, bis 5, 5 Cubikzoll kohlenſaures Gas.

Beym natürlichen Athmen athmete Davy im Mittel aus 20 Verſuchen bey jedem Athemzuge 13 Cubikzoll atmoſphäriſcher Luft ein, und etwas weniges weniger (ungefähr 12, 7 Cubikzoll) wieder aus. Jene Luft enthielt von den drey genannten Gasarten 9, 5, 3, 4, 0, 1; dieſe 9, 3, 2, 2, 1, 2 Cubikzoll. Da nun Davy beym ganz gewöhnlichen Athmen in der Minute 26 bis 27mal Athem holte, ſo folgt aus dieſen Verſuchen, daß er beym Athmen in jeder Minute 5, 2 Cubikzoll Stickſtoffgas und 31, 6 Cubikzoll Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen

Digitized by Google

Luft entzog, und 26, 6 Cubikzoll kohlenſaures Gas erzeugte.

Als er blos durch die Naſe Luft einathmete, ſo war zwar im Ganzen die Reſpiration kleiner, das Verhältniß der drey ausgehauchten Gasarten aber nahe daſſelbe, wie bey der vorigen Art.

Nun athmete Davy faſt 1 Minute lang 161 Cubikzoll atmoſphäriſche Luft ein und aus bey einer Temperatur von 63° Fahr. und zwar in 19 tiefen Athemzügen. Dabey verminderte ſich die Luft auf 152 Cubikzoll. Es waren 5, 4 Cubikzoll Stickgas und 9, 4 Cubikzoll Sauerſtoffgas verſchwunden, und dafür 15, 8 kohlenſaures Gas entſtanden. Dieſen Verſuch, den Davy dreymal faſt immer mit denſelben Reſultaten wiederholt hatte, ſieht er als einen vollſtändigen Beweis an, daß das venöſe Blut beym Athmen Stickgas verſchlucke.

Aus dieſen Verſuchen glaubt nun Davy, daß die atmoſphäriſche Luft beym Athmen auf das Blut alſo wirke: das Blutwaſſer abſorbire entweder atmoſphäriſche Luft, oder wenigſtens Sauerſtoffgas aus ihr; das erſtere ſcheint ihm, nach vielen Analogien, wahrſcheinlicher. Abſorbire aber das Blutwaſſer atmoſphäriſche Luft in ihrer unveränderten Beſchaffenheit, ſo könne die Färbung des Blutkuchens von nichts anderm herrühren, als daß die im Serum condenſirte atmoſphäriſche Luft von den rothen Bluttheilchen zerſetzet werde, ihr Sauerſtoff ſich mit demſelben verbinde, und der Stickſtoff entweder im Blutwaſſer aufgelöſet bleibe, oder aus demſelben in die Atmoſphäre entweiche.

Wurde nämlich Waſſerſtoffgas eingeathmet, ſo erfolgte keine Verminderung deſſelben, und im Blute wurden auch keine poſitiven Veränderungen bewirkt. Wird hingegen oxydirtes Stickgas eingeathmet, ſo verſchwindet ein Theil deſſelben, zu gleicher Zeit wird kohlenſaures Gas entwickelt, und eine beträchtliche Menge Stickgas wird ausgeathmet. Letzteres war aber keinesweges vor dem Einathmen frey im Stickgaſe, mithin muß es durch

Zerſetzung des oxydirten Stickgaſes hervorgebracht worden ſeyn. Indeſſen war doch die Menge des ausgehauchten Stickgaſes geringer, als diejenige, welche den Theil des oxydirten Stickgaſes, der verſchwunden war, enthielt, folglich muß ein Theil deſſelben abſorbiret worden ſeyn. Kann aber ein Theil abſorbiret werden, ſo frägt Davy, warum nicht das Ganze könne abſorbiret worden ſeyn? Findet aber letzteres ſtatt, ſo muß das Stickgas durch die darauf folgende Zerſetzung des abſorbirten oxydirten Stückgaſes, welche durch das Blut bewirkt worden, entwickelt worden ſeyn.

Da nun die atmoſphäriſche Luft dieſelben Beſtandtheile, nur in einem abgeänderten Verhältniſſe, als im oxydirten Stickgaſe, enthält, und da man beym Ein- und Ausathmen derſelben ebenfalls ein Verſchwinden beyder Theile bemerket; ſo ſchloß Davy der Analogie nach, daß auch die atmoſphäriſche Luft unzerſetzt vom Blute abſorbirt werde, und daß das Stickgas, welches entwickelt wird, durch Zerſetzung derſelben im Blute ausgehauchet werde.

Wenn reines Sauerſtoffgas eingeathmet wird, ſo verſchwindet von dieſem nach Davy's Verſuchen ein weit geringerer Theil in derſelben Zeit, als wenn atmoſphäriſche Luft eingeathmet wird. Als Davy z. B. 182 Cubikzoll reines Sauerſtoffgas eine halbe Minute lang einathmete, ſo verſchwanden 11, 4 Cubikzoll von demſelben; dagegen 15, 6 Cubikzoll, wenn ein gleiches Volumen atmoſphäriſcher Luft eingeathmet wurde. Hieraus zieht Davy die Folge, daß das Sauerſtoffgas keineswegs zur Reſpiration ſo tauglich iſt, als die atmoſphäriſche Luft.

Dieſen Erfahrungen Davy's ſind aber die Erfahrungen von Pfaff entgegen. Dieſer fand nicht allein beym Einathmen des reinen Sauerſtoffgaſes die ganze Verminderung des Volumens größer, als bey der Reſpiration der atmoſphäriſchen Luft, ſondern er bemerkte auch, daß weit mehr kohlenſaures Gas gebildet wurde. Beym Einathmen von 100 Cubikzoll atmoſphäriſcher Luft wurden 5, 8 Cubikzoll Kohlenſäure, beym Einathmen eines glei-

Digitized by Google

chen Volumens Sauerſtoffgas dagegen 8, 2 Cubikzoll Kohlenſäure gebildet.

Ueber den Urſprung dieſer Kohlenſäure ſind die Naturforſcher nicht ganz einig. Mehrere haben angenommen, ſie werde in den Lungen gebildet, indem ſich der in der atmoſphäriſchen Luft befindliche Sauerſtoff mit dem aus dem Blute abgeſchiedenen Kohlenſtoffe verbindet. Dagegen behaupten aber andere, daß die Kohlenſäure im Blute ſchon völlig gebildet enthalten iſt, und zu derſelben Zeit, wenn ſelbiges Luft abſorbirt, von dieſem geſchieden wird: dieſe letzte Meynung muß ohne Zweifel als die richtige angenommen werden, wenn es gewiß iſt, daß die Luft, ohne zerſetzt zu werden, von dem Blute abſorbirt werde. Spallanzani's neuere Verſuche ſcheinen auch dieſer Meynung das Uebergewicht zu geben. Friſch getödtete Würmer gaben ſowohl im reinen Stickgaſe, als im reinen Waſſerſtoffgaſe, Kohlenſäure, und zwar in größerer Menge, als wenn ſie in atmoſphäriſcher Luft eingeſchloſſen worden wären. Würmer, welche einige Stunden in irreſpirablen Luftarten leben konnten, wurden in Gasarten, die keinen Sauerſtoff enthielten, gebracht: es wurde übrigens eine größere Menge Kohlenſäure erhalten, als wenn ſie ſich in atmoſphäriſcher Luft befunden hätten. Aus dieſen Erſcheinungen glaubte Spallanzani folgern zu können, daß die Kohlenſäure nicht ein Produkt ſey, welches durch Verbindung des vom Thiere hergegebenen Kohlenſtoffs mit dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre gebildet werde, ſondern daß es als Edukt aus dem Körper des Thieres abgeſchieden werde.

Nach Allen und Pepys iſt das Volumen Kohlenſäure, das bey der Reſpiration erzeuget wird, genau dem Volumen Sauerſtoffgas gleich, welches bey der Reſpiration verſchwand. Daraus ließ ſich ſchließen, daß kein Sauerſtoffgas abſorbiret werden konnte, weil zur Bildung der Kohlenſäure ein gleiches Volumen Sauerſtoffgas nöthig war. Nach ihnen iſt die Menge Kohlenſäure in einer Minute 27½ Cubikzoll.

Digitized by Google

Ueberhaupt ſcheinen mehrere Urſachen auf die Lungen zu wirken, und ihre Fähigkeit, Kohlenſäure zu erzeugen, zu befördern oder zu ſchwächen, und dadurch die Bildung einer größern oder geringern Menge Kohlenſäure zu beſtimmen. Dr Prout *) hat alle dieſe Urſachen ſorgfältig aufgeſucht, und ihren Einfluß durch Verſuche zu beſtätigen geſucht. Dieſe Urſachen ſind höhere und niedere Temperatur, ſtarke Anſtrengungen der Muskelkräfte, verſchiedene Zeiten des Tages und der Nacht, mäßige oder heftige Bewegungen des Körpers, Leidenſchaften und Genuß hitziger und geiſtiger Getränke u. ſ. f. Auch Herr Dr Fyfe, der jüngere β), hat ähnliche Verſuche angeſtellt, und mit Dr. Prout ziemlich übereinſtimmende Reſultate geſunden.

Was den Waſſerdampf betrifft, der bey der Reſpiration mit ausgehauchet wird, ſo meint Herr Brodie γ), daß derſelbe vermöge der Verſuche der Herren Allen und Pepys wahrſcheinlich nicht in den Lungen aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzet werde, ſondern daß er aus der Schleimhaut des Mundes, der Gurgel und des Bauchfelles, und aller andern innern mit der Luft in Berührung kommenden Oberflächen in die Höhe ſteiget. Denn es wäre von ihnen dargethan, daß jeder Kubikzoll Sauerſtoffgas, der ſich in Kohlenſäure verwandele, genau einen Cubikzoll derſelben gebe; und daß, wenn ein warmblütiges Thier in atmoſphäriſcher Luft athme, die Menge des Stickgaſes ganz unverändert bleibe, und die entſtandene Kohlenſäure dem verſchwundenen Sauerſtoffgas an Raum genau gleich ſey.

Ueberdem unternahm auch Herr Brodie, genaue Verſuche anzuſtellen, um die Quelle der thieriſchen Wär-

---

*) On the quantity of carbonic acid gas, emitted from the Lungs during Respiration. *Thomson's* Annals of Philosowhy. Vol. II. p. 328 – 343. Vol. IV. p. 331 – 337.

β) Diss. chemico-physiologica inaug. de copia acidi carbonici e pulmonibus inter respirandum evoluti. Edinburgi 1814.

γ) Philos. Transact. for. 1812. P. 2.

me zu entdecken. Zu dieſen ſeinen Verſuchen nahm er junge Kaninchen, die einander möglichſt gleich waren. Bey dieſen Thieren zerſtörte er die Funktionen des Gehirns, und vermittelte eine künſtliche Reſpiration derſelben. Durch ſeine genauen Verſuche hielt er ſich berechtiget, folgenden Satz aufzuſtellen; daß in einem Thiere, in welchem das Gehirn ſeine Funktionen nicht ausübt, keine Wärme erzeuget werde, wenn gleich die Reſpiration erhalten wird, und wenn gleich dadurch der Blutumlauf und die chemiſchen Modificationen des Blutes in den beyden Capillarſyſtemen auf die gewöhnliche Weiſe fortgehen, auch in gleicher Zeit eben ſo viele Kohlenſäure als gewöhnlich gebildet wird. Die kalte Luft, welche beym künſtlichen Reſpiriren in die Lungen getrieben wird, macht ſelbſt, daß ein ſolches Thier ſchneller ſeine Lebenswärme verliert, als wenn man das Athmen nicht unterhält.

Nicht wenig überraſchend war es ihm, bey dem Durchgehen des Bluts durch die Lunge eine ſolche Menge von Sauerſtoffgas ſich in Kohlenſäure verwandelt zu ſehen, auch wenn die Funktionen des Gehirns und aller davon abhangenden Organe völlig gehemmt ſind. Es wird folglich die Einwirkung des Nervenſyſtems zu dieſen chemiſchen Veränderungen nicht erfordert, ſondern ſie beruhen blos auf der Berührung des Blutes in der Lunge mit der Luft. Es hängt daher die thieriſche Wärme größtentheils von der Einwirkung des Nervenſyſtems, und keineswegs, wie man ſonſt wohl der Meynung geweſen iſt, von der Zerſetzung der eingeathmeten Luft, ab. Nun fragt aber Herr Brodie, wie hängen hiebey Wirkung und Urſache zuſammen? Hat das Gehirn daran unmittelbar oder nur mittelbar Antheil? Auf dieſe Fragen genügend antworten zu können, beſcheidet er ſich. Indeß bemerket er aber, daß es ungeräumt ſeyn würde, daraus ſchließen zu wollen, daß die chemiſche Veränderung des Blutes in der Lunge gar nichts mit der Erzeugung der thieriſchen Wärme zu thun habe, wenn gleich das Thier das Vermögen Wärme zu erzeugen verliere, wenn in ihm blos die Funk-

Digitized by Google

tionen des Gehirns aufhörten, hingegen die Funktionen des Herzens und der Lungen, und die Modifikationen des Bluts, welche eine Folge dieſer letztern ſeyn, noch fortgingen. Uebrigens fügt er noch hinzu, daß keine einzige der bisherigen Theorien die Quelle der thieriſchen Wärme auf eine genügende Weiſe nachweiſen könne.

So viele Verſuche man aber auch mit der Reſpiration mit warm- und kaltblütigen Thieren gemacht hat, ſo iſt man doch bis jetzt noch nicht im Stande, die chemiſchen Veränderungen, welche durch die Reſpiration hervorgebracht werden, auf eine genügende Art zu erklären. Alle darüber aufgeſtellte Hypotheſen ſind mangelhaft. Nach Murray *a*) muß die Umwandlung des arteriellen Blutes in venöſes, als das Reſultat eines durch die thieriſche Oekonomie in den feinſten Gefäßen bewirkten chemiſchen Prozeſſes angeſehen werden, und ſowohl dieſe Verwandlung, als die des venöſen in arterielles Blut, in Folge von Veränderungen in der letzten Zuſammenſetzung der bekannten nächſten Beſtandtheile des Blutes ſtatt finden, nicht aber durch die abwechſelnde Mittheilung und Entziehung eines Beſtandtheils, den es in dem Zuſtande einer lockern Verbindung aufgelöſet enthält, bewirkt werden. Dieſer Anſicht zufolge gibt Murray folgende Erklärung:

Das Blut iſt die Quelle, aus welcher die Produkte des ganzen thieriſchen Syſtems gebildet werden. Was von demſelben für die genannten Zwecke verwendet wird, erſetzt der Chylus, eine weniger animaliſirte Flüſſigkeit als das Blut ſelbſt. Der Kohlenſtoff ſcheint in einem weit geringern Verhältniſſe in die Zuſammenſetzungen thieriſcher als in die der vegetabiliſchen Subſtanzen einzugehen, es wird daher in den äußerſten Gefäßen von den Beſtandtheilen des Blutes, welches die feſten und flüſſigen Theile der Thiere bildet, Kohlenſtoff als überſchüſſiger Beſtandtheil zurück bleiben, und dieſer ſcheint die Umwandlung des arteriellen Blutes in venöſes zu bewirken.

---

a) Elements of Chimistry. Vol. II. p. 448.

Beym Athmen wirkt der Sauerſtoff der eingeathmeten Luft auf die ausgedehnte Oberfläche des durch die Lunge circulirenden Bluts, entzieht dieſem einen Theil ſeines Kohlenſtoffes, und bildet damit Kohlenſäure, zugleich bewirkt es dadurch die Umwandlung des venöſen Bluts in arterielles; es wird zugleich der Anhäufung von Kohlenſtoff vorgebeugt, und das nöthige Verhältniß unter den Beſtandtheilen des Blutes erhalten.

M. ſ. chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Art. Athmen. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIX. p. 298. f. B. XLVI. S. 80. f.

Atmoſphäre der Sonne (Zuſ. z. S. 153. Th. I.). Der Herr Profeſſor Huth war ſo glücklich, im Jahre 1805 zwiſchen der Hälfte des Januars bis zum 4ten Februar 14 Tage lang alle Abend bis 9 Uhr das Zodiakallicht zu beobachten. Bisweilen hatte es eine roſenrothe Farbe mit einem eigenen Flimmern. Mairan's Hypotheſe hält er für unrichtig.

Dem Herrn D. Horner, Aſtronomen bey der ruſſiſchen Entdeckungsfahrt unter dem Kapitän v. Kruſenſtern, ſcheint in einem Schreiben an Herrn D. Olbers von der Inſel Atomery bey Braſilien vom 15ten Jan. 1804 das Zodiakallicht in der heißen Zone eine regelmäßige Erſcheinung zu ſeyn. Er ſahe daſſelbe in jeder ſternhellen Nacht.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIX. S. 248.

Atmoſphäre der Sonne (Zuſ. z. S. 154. Th. I.). Herr D. Herſchel *) hat aus ſeinen zahlreichen und ſorgfältig angeſtellten Beobachtungen an dem für uns ſo wichtigen Himmelskörper, der Sonne, die ſehr wahrſchein-

*) Observations tending to investigate the nature of the Sun, in order to find the causes or symptoms of its variable emission of light and heat. With remarks on the use that may possibly be drawn from solar observations. überſetzt vom Herrn Prof. Ideler in Bode's aſtronom. Jahrb. 1805. 1806. S. 218. S. 113. f.

liche Folge gezogen, daß die Sonne an und für ſich ein dunkeler planetenartiger bewohnbarer Körper ſey, der mit einer Atmoſphäre umgeben iſt, in welcher leuchtende und überdem dunkelere mit den unſrigen ähnliche Wolken ſchwimmen. Eine ſehr große Reihe von Beobachtungen läßt ihm gar keinen Zweifel übrig, daß in den obern Regionen von dem Sonnenkörper in beträchtlicher Entfernung die glänzenden Sonnenwolken ſich befinden, in den niedern Regionen aber die mehr dunkeleren, welche den unſrigen ähnlich ſind. Da nach ihm von denjenigen Stellen des dunkeln Sonnenkörpers, welche durch Abweſenheit der glänzenden Wolken entblößt, mit der glänzenden Oberfläche der Sonne verglichen, wahrſcheinlich nicht mehr als 7 Strahlen von 1000 reflektiren, ſo könne man ſich dieſe außerordentliche Dunkelheit nicht erklären, wofern man nicht vorausſetze, daß keine andere Strahlen zu dem Sonnenkörper, als durchgeſandte, gelangen können. Hiernach ſcheine es, daß die Wolken ein ſehr wirkſamer Vorhang ſeyn müßten, um den außerordentlichen Glanz der obern Regionen von dem Sonnenkörper abzuhalten. Eben dieſe doppelte Region der Sonnenwolken gebe einen hinreichenden Beweis von der Exiſtenz einer Sonnenatmoſphäre ab Die niedrigen Wolken nämlich könnten blos durch ein dünneres elaſtiſches Medium getragen werden, worin ſie ſich frey nach allen Richtungen zu bewegen im Stande wären. Eben daſſelbe müſſe aber auch von den ſelbſtleuchtenden Wolken der obern Region gelten; denn obgleich dieſe nicht, wie die niedern Wolken, in der planetariſchen Atmoſphäre der Sonne ſchwämmen, ſo erhelle doch aus der Beobachtung klar, daß ſie ſich in gewiſſen gegebenen Höhen regelmäßig lagerten, welches blos dem ſpeciſiſchen Gewichte der Gasarten zugeſchrieben werden könne, welchen ſie ihre Exiſtenz verdankten. Da überdies die Sonnenatmoſphäre elaſtiſch ſey, ſo könne ſie nicht anders, als durch ihre Gravitation zur Sonne in Schranken gehalten werden, eben ſo wie die Luft durch ihr Gewicht zur Erde niedergedruckt werde. Es müſſe ſich daher die

Digitized by Google

Sonnenatmoſphäre beträchtlich über die höchſten Gegenſtände auf dem Sonnenkörper ausdehnen.

Da nun ferner bewieſen worden, daß die Gravitation der Körper auf der Oberfläche der Sonne 27mal größer als bey uns ſey, ſo müſſe auch die Dichtigkeit der elaſtiſchen Materie, aus welcher die Sonnenatmoſphäre beſtehe, weit größer, als die der unſrigen ſeyn, nach Verhältniß der größern Kraft, durch welche ſie comprimiret werde.

Ueberdem hatte auch Herr Herſchel mehrere Mal beobachtet, daß die Sonnenwolken in verſchiedenen Augenblicken ſich verſchiedentlich bewegen, welches aber nicht erfolgen könne, wofern nicht vorausgeſetzet würde, daß die Atmoſphäre, in welcher ſie ſchwämmen, ebenfalls in großer Bewegung wäre. Und wirklich müßten die beſtändigen leuchtenden Zerſetzungen in den obern Regionen, und die daraus folgende nothwendige Wiedererzeugung der atmoſphäriſchen Gaſe, welche dieſe Zerſetzungen unterhielten, und ſich wahrſcheinlich unter den untern wolkigten Regionen in der Nähe der Sonnenoberfläche entwickelten, unvermeidlich mit großen Erſchütterungen begleitet ſeyn.

Auch ſchließt Herr Herſchel aus ſeinen Beobachtungen, daß ſich ein klarer atmoſphäriſcher Raum zwiſchen dem feſten Sonnenkörper und den niedrigſten Regionen der Wolken befinden müſſe. Es finde nämlich eine freye Bewegung der Wolken ſtatt, welche beträchtlich niedriger als gewöhnlich über eine Oeffnung zögen, und von dieſen könne man nicht annehmen, daß ſie in unmittelbarer Berührung mit dem Sonnenkörper wären.

Eben ſo erhelle auch aus ſeinen Beobachtungen, daß die Sonnenatmoſphäre transparent wäre.

Atomen (Zuſ. z. S. 160. Th. I.). Die Atomiſtik oder die Corpuscularphiloſophie hat von jeher die meiſten Anhänger gehabt, und noch jetzt ſind die angeſehenſten Phyſiker dieſem Syſteme zugethan. Die neuern Atomiſtiker ſind von der Vorſtellung der ältern beträchtlich abgewichen. Faſt alle jetzige Naturforſcher nehmen an, daß

Digitized by Google

die Atome materielle Theilchen ſind, die gar nicht mehr vermindert werden können, und welche mit anziehenden und abſtoßenden Kräften begabt ſind. Sie nehmen an, daß jeder Körper aus einer Anhäufung von Atomen, die von zwey Kräften unter einander im Gleichgewichte erhalten werden, von welchen die eine eine wechſelſeitige Anziehung iſt, ſtrebend die Theilchen einander zu nähern; die andere eine zurückſtoßende Kraft, welche wahrſcheinlich mit der Wärmethätigkeit einerley iſt; dieſe ſucht die Atome von einander zu entfernen. Dalton *) unterſcheidet drey verſchiedene Zuſtände der Körper, welche beſonders die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher auf ſich gezogen haben; nämlich den elaſtiſch flüſſigen, den tropfbar flüſſigen und den feſten. Bey dieſen dreyfachen Zuſtänden der natürlichen Körper nimmt er an, daß die Atome aller dieſer Körper kugelförmig und mit einer Wärmeatmoſphäre umgeben ſind. Nach ihm iſt ebenfalls die Wärmematerie die Urſache der Repulſion, und zugleich die Urſache der Elaſticität der elaſtiſch flüſſigen Körper. Indeſſen ſind aber die kugelförmigen Atome der verſchiedenen elaſtiſch flüſſigen Körper nicht von einerley Größe. Bey tropfbar flüſſigen Körpern beſchränken ſich die kugelförmigen Atome durch das Gleichgewicht der beyden Kräfte, der Zurückſtoßung und Anziehung. Was endlich die feſten Körper betrifft, ſo ſucht Dalton den weſentlichen Unterſchied der tropfbar flüſſigen und feſten Körper vorzüglich darin, daß der Wärmeſtoff die Figur der Atome der erſtern ſtetig und ſtufenweiſe verändert, während ſie den tropfbaren flüſſigen Zuſtand beybehalten; bey den feſten Körpern hingegen ſey es wahrſcheinlich, daß eine Temperaturveränderung nur eine Veränderung der Größe, nicht aber der Anordnung der Atome zur Folge habe. Dalton wendet um dieſes ſein atomiſtiſches Syſtem vorzüglich auf chemiſche Trennung und Verbin-

*) Neues Syſtem des chemiſchen Theils der Naturwiſſenſchaft, aus dem Engl. überſ. von Wolff. 2 Theile. 8. Berlin, 1813.

Digitized by Google

dung dieſer verſchiedenen Atome an, und ſucht auf eine ihm eigene Art die chemiſchen Verbindungen auf gewiſſe Ordnungen zurückzubringen, in welchen ſie ſtatt finden können.

Biot *) nimmt zwar keine eigene Geſtalten der erſten Theilchen, oder Atomen der Körper, wie Dalton, an, ſondern ſcheint vielmehr aus ſeinen gegebenen Erklärungen über die verſchiedenen Zuſtände derſelben unendlich verſchiedene Formen derſelben vorauszuſetzen; behauptet aber, daß jeder Atom mit einer anziehenden und zurückſtoßenden Kraft begabt iſt, welche letztere er ebenfalls für die Wärmethätigkeit annimmt. Unerachtet die Atome, ſagt er, ſo klein ſind, daß man gänzlich außer Stand iſt, ihre Geſtalt zu beobachten, ſo hat man ſich doch davon überzeuget, daß, da ſie ſich in einiger Entfernung von einander befinden, ſie nach Verſchiedenheit der Seiten, welche ſie einander darbieten, verſchiedene Anziehungen auf einander äußern. Die Unterſchiede werden vorzüglich dann bemerkbar, wenn die tropfbar flüſſigen Körper in den Zuſtand der feſten Körper übergehen; auch ſieht man die Wirkung bey den Kryſtallen, bey welchen die Atome ſich auf eine eigenthümliche Art ordnen und anlegen, welche, wenn ihre Annäherung langſam und ohne Hinderniß erfolgen kann, für jede Subſtanz verſchieden iſt.

Andere Phyſiker, wie Herr Munke β), bemerken, daß man jetzt ſehr irrig der Atomiſtik die dynamiſche Lehrart oder die naturphiloſophiſche Anſicht entgegenſtelle, und daß man behaupte, der Atomiſtiker könne aus der Beſchaffenheit der Atome gar keine Naturphänome erklären. Von der ältern Anſicht ſey man nämlich völlig abgewichen: Atome, Elemente u. ſ. w. ſeyn die unendlich kleinen Theile, auf welche wir bey fortgeſetzter Theilung der Körper zurückkämen, welche für ſich zu erkennen durchaus

*) Naturlehre aus dem Franzöſ. überſetzt. Th. I.

β) Anfangsgründe der Experimentalphyſik. Heidelberg, 1819. 8. §. 7. in den Anmerk.

unmöglich ſey, eben weil ſie unendlich klein ſeyn, weßwegen weder über ihre Form, noch ihre Größe, beyde mit dem Unendlichkleinen unvereinbar, etwas Gewiſſes ausgemacht werden könne. Wenn im Einzelnen von den Geſtalten dieſer Elemente die Rede ſey, ſo hätten wir dies als Verſuche des combinirenden Scharfſinnes anzuſehen, ob die Formen der Körper und ihre Erſcheinungen ſich auf gewiſſe Formen der Elemente zurückbringen laſſen, welche indeß bloß für hypothetiſch ausgegeben würden, und wobey man ſich noch außerdem der Zahlen bediene, durch welche der Ausdruck des der klaren Vorſtellung entſchwindenden Unendlichkleinen allerdings möglich ſey. Bey ſolchen Verſuchen dürfe man ſich aber nie von der Erfahrung, der einzigen Grundlage aller wahren Naturerkenntniß entfernen, durch welche eine Menge, in ihrer Anwendung höchſt fruchtbarer Wahrheiten aufgefunden ſeyn, während die ſogenannten naturphiloſophiſchen Speculationen noch keine einzige Entſcheidung aufzuweiſen hätten. Sonſt glaubt Herr Munke nur die einzige im Weſen aller Materie gegründete allgemeine Kraft, nämlich die Attraction, annehmen zu dürfen. Aus dieſer ließen ſich mit ziemlicher Zuverläſſigkeit die Gravitation, die Cohäſion, Adhäſion und Affinität als Modificationen derſelben ableiten. Weit weniger laſſe ſich mit Gewißheit beſtimmen, ob die verſchiedenen Zuſtände der Körper, wonach ſie bald als feſt, bald als flüſſig; als tropfbar oder elaſtiſch flüſſig erſcheinen, aus entgegengeſetzten Kräften, oder aus der abſoluten Repulſion der Wärme, oder endlich aus einer eigenthümlichen Qualität der conſtituirenden Beſtandtheile abzuleiten ſeyn.

Ob endlich die Körper bey der großen Verſchiedenheit ihrer Beſtandtheile und Aggregatform aus unendlich kleinen Theilen im ſtrengſten Sinne beſtünden, ſey ſchwer auszumachen.

Daß die neuern Atomiſtiker von den ältern beträchtlich abweichen, und ſchon dadurch dem Dynamiker ſich mehr nähern, daß ſie den kleinſten Theilchen der Materie,

Digitized by Google

mithin der Materie überhaupt, weſentliche Kräfte, nämlich zurückſtoßende und anziehende, beylegen, iſt wohl gewiß; allein die Annahme der Atome hat noch zu viel Willkührliches, welches unſerer Einbildungskraft einen weiten Spielraum eröffnet, die Erklärungsgründe ſo zu modeln, daß ſie den gegebenen Erſcheinungen anpaſſen müſſen. Daß dies aber keine wahre Erklärung ſey, ſagt uns ſchon die Vernunft. Wenn wir alles Hypothetiſche bey Erklärungen der Naturphänomene entbehren können, ſo muß dies natürlich Gewinn für die Wiſſenſchaft ſeyn. Nun iſt das Materielle für uns blos zufällig, eine Erſcheinung oder ein Phänomen unſerer ſinnlichen Anſchauung, wovon wir eigentlich gar nichts wiſſen, mithin die Conſtruktion der Materie ein leerer Traum. Die Erfahrung kann uns daher unmöglich auf die letzten Grundurſachen zurückführen, aus welchen die Naturerſcheinungen erkläret werden können, und diejenigen Naturforſcher, welche in der Phyſik durchaus nichts als bloße Erfahrungen zulaſſen wollen, können gar keine Naturerſcheinung anders, als durch Hypotheſen erklären. Bey der Vorausſetzung der kleinſten Theilchen, oder Atome, wenn man ſie auch mit anziehenden und zurückſtoßenden Kräften begabt gedenkt, treten nicht allein alle die im Artikel: Atomen, angeführten willkührlichen Geſetze, welche ſelbſt der Erfahrung entgegen ſind, ein, ſondern ſie führen auch oft auf Ungereimtheiten. So ſpricht z. B. der ſonſt ſehr geſchätzte Dalton bey chemiſchen Verbindungen ungleichartiger Elemente von halben Atomen, da er doch die Untheilbarkeit der Atome als etwas Weſentliches vorausſetzet. Die mathematiſchen und Experimentalphyſiker mögen ſich alſo wenden und drehen wie ſie wollen, ſo müſſen ſie, wenn ſie nicht alles hypothetiſch erklären wollen, einen reinen Theil der Naturwiſſenſchaft vorausſetzen, der blos von der urſprünglichen Thätigkeit unſers Verſtandes abhängt, und der ſich auf reine Anſchauung gründet. Dieſer Theil iſt der rein dynamiſche, ſo wie ihn Kant glücklich ausgeführet hat. Obgleich dieſe ſeine Naturwiſſenſchaft von

Digitized by Google

mehreren iſt beſtritten und von manchen ſogar als grundlos gehalten worden, ſo hat man ihn nicht gehörig verſtanden, und ſeine Kritik der reinen Vernunft nicht ſtudiret, worauf ſich die metaphyſiſche Naturwiſſenſchaft gründet. Unter den Artikeln: **Raum, Materie** und **Grundkräfte** werde ich meine Meinung darüber ausführlich und deutlich zu entwickeln ſuchen.

Wollen wir alſo bey Erklärung der Naturphänomene ſo viel möglich alles Hypothetiſche entfernen, ſo bleibt uns kein anderer Weg übrig, als ſie auf rein dynamiſche d. h. in der reinen Anſchauung erkennbare Gründe zurückzuführen.

Auflöſung (Zuſ. z. S. 173. Th. I.). Daß die Auflöſung eine Folge der gegenſeitig in einander wirkenden Kräfte der in Berührung kommenden Materien iſt, darüber ſind jetzt alle Phyſiker und Chemiker einig, ſelbſt die neuern Atomiſtiker, welche den Atomen abſtoßende und anziehende Kräfte beylegen. Verſteht man nun unter der Auflöſung die Wirkung zweyer ungleichartiger Materien gegen einander, ſo fern ſie durch ihre Kräfte wechſelſeitig die Theile der Materien von einander trennen und dadurch ſich ſo mit einander verbinden, daß ſie eine dritte Materie von eigenen Eigenſchaften hervorbringen, ſo kann eigentlich nach der Vorſtellung der Atomiſtiker gar keine wahre Auflöſung ſtatt finden, ſondern höchſtens die Trennung des aufzulöſenden Körpers in ſeine Atome. Indeſſen iſt doch durch die Annahme der zurückſtoßenden und anziehenden Kräfte der Atomiſtiker der für die Chemie ſo wichtige Prozeß, nämlich die Auflöſung, durch die neuern Chemiker, tiefer, gründlicher und weit vollkommener, als vormals ins Licht geſtellet werden. **Lavoiſier**, der Begründer des neuern Syſtems der Chemie, und **Bergmann** ſchienen der Meinung zu ſeyn, daß es faſt bey allen chemiſchen Verbindungen etwas Eigenthümliches ſey, daß ſie nach einem einzigen, oder doch nur nach ſehr wenigen feſten Verhältniſſen der Beſtandtheile erfolgen, welche unter allen Umſtänden dieſelben

wären. Lavoiſier [α]) macht einen Unterſchied zwiſchen Löſung (Solution) und Auflöſung (dissolution). Die erſtere findet da ſtatt, wo eine bloße Trennung des aufzulöſenden Körpers durch das Auflöſungsmittel erfolget, wie z. B. wenn Kochſalz in Waſſer aufgelöſet wird; bei der Auflöſung hingegen ſoll zugleich Zerſetzung und Wahlanziehung ſtatt finden.

Bertholet [β]) in ſeinem ſchätzbaren Werke (Verſuch einer chemiſchen Statik) war der erſte, welcher die Urſachen und Bedingungen der feſten Verhältniſſe in den Miſchungen zu entwickeln ſuchte. Nach ihm iſt die chemiſche Verwandtſchaft eine allgemeine Naturkraft, welche alle ungleichartige Körper zu andern neuen Körperarten zu vereinigen ſtrebt, und zwar nach einem von ihm aufgeſtellten Geſetze der chemiſchen Maſſe. Nach ihm würde dieſe Vereinigung durch die wirkenden chemiſchen Kräfte nach allen möglichen Verhältniſſen mit einer Stärke ſtatt finden, welche von der urſprünglichen Intenſität dieſer Kräfte und von den Maſſen abhängt, wofern nicht durch Anziehungen und Zurückſtoßungen der auf mannigfaltige Art in einander wirkender ungleichartiger Materien den Verbindungen gewiſſe Grenzen geſetzt würden. Daß dies Geſetz das höchſte für alle chemiſche Erſcheinungen in der Natur ſich befinde, hat Bertholet durch alle bekannte chemiſche Erfahrungen darzuthun geſucht. Er behauptet, daß alle chemiſche Miſchungen ohne Ausnahme auf dieſem Geſetze beruhen, und daß es nur im Weſentlichen eine einzige Art von chemiſcher Vereinigung gebe, welche in Lavoiſier's Löſung und Auflöſung eine und dieſelbe, und nur in den Auflöſungen anders modificirt iſt. Wirken nämlich zwey ungleichartige Materien, wovon die eine flüſſig iſt, nur mit ſchwacher auflöſender Kraft

---

α) Traité elementaire de Chimie T. II. c. 5.

β) Eſſai de ſtatique chimique p. *C. L. Berthollet* 2 Vol. Par. 1803. überſ. von Bartholdy und Fiſcher. I — II. Band. Berlin 1811. 8.

Digitized by Google

auf einander, ſo gehen ſie häufig mit einander zweyerley Verbindungen ein, in welchen ſich einigermaßen entgegengeſetzte Kräfte zeigen, indem ſich die Wirkung damit anhebt, daß die feſten Theilchen ſich mit den flüſſigen ſättigen, ſo weit ihre Wirkungsſphäre reicht, und wenn dadurch die Cohäſion geſchwächt iſt, der flüſſige Körper dieſe Verbindungen von einander entfernet, und gleichförmig in ſich verbreitet, wobey ein zweyter Zuſtand von Sättigung entſteht. Eben dadurch verſchwindet die weſentliche Ungleichartigkeit, welche viele Chemiker zwiſchen den Auflöſungen und den eigentlichen chemiſchen Vereinigungen, und **Lavoiſier** zwiſchen Löſung und Auflöſung zu ſehen glaubten. Dadurch wird die geſammte chemiſche Wirkung auf ein einziges allgemeines Geſetz zurückgebracht, welches blos durch die Umſtände und durch andere einwirkende Kräfte modificirt wird. Nach demſelben ſind alſo alle Auflöſungen ſo wie überhaupt alle chemiſche Verbindungen auf einander folgende Vereinigungen nach unendlich vielen Verhältniſſen, feſte und gewiſſe Grenzen nicht überſchreitende Verhältniſſe ſind blos Einſchränkungen, welche durch die auf unendlich viele Art gegen einander wirkenden Kräfte erfolgen. Bey ſolchen Materien, welche ſich in ihrer Berührung durch Einwirkung ihrer gegenſeitigen Anziehungen bis zu einem Maximum für ein gewiſſes Verhältniß der Miſchung verdichten, kann nach **Bertholet** blos nach dieſem conſtanten Verhältniſſe eine chemiſche Verbindung ſtatt finden, wenn ſie auch nach andern Verhältniſſen gemengt werden. Alle Verbindungen nach feſten Verhältniſſen, meint **Bertholet**, entſtehen auf dieſe Art, und finden beſonders bey Gasarten ſtatt. Solche Materien dagegen, welche ſich bey ihrer Berührung nur wenig verdichten, verbinden ſich nach allen Verhältniſſen, bis endlich durch die ſogenannte Sättigung eine gewiſſe Grenze entſteht. Wenn die chemiſche Kraft noch ſchwächer wird, ſo tritt der Zuſtand von zweyerley Sättigung ein, welcher das Eigenthümliche der Auflöſungen ausmacht, indem ſich als-

Digitized by Google

dann die entſtehende Vereinigung gleichförmig durch das Auflöſungsmittel verbreitet.

Bertholet hatte durch dieſe ſeine ſcharfſinnigen Unterſuchungen einen ſehr wichtigen Schritt in der noch ſo wenig bearbeiteten Lehre der chemiſchen Verbindungen gethan, indem er ſie aus den damals bekannten chemiſchen Erfahrungen zu entwickeln geſucht hatte. Es bleibt für ihn beſtändig ein großes Verdienſt, eine ſo große Menge chemiſcher Erſcheinungen auf ein einziges allgemeines Geſetz zurückgebracht zu haben, in welchem auch wirklich das Wahre liegt, auf welchem dieſer ſchwierige Theil der Chemie ſich gründet, daß nämlich ſolche chemiſche Verbindungen ganz allein von der gegenſeitigen Einwirkung der den Materien inhärirenden Kräfte, welche in Berührung kommen, und von andern äußern einwirkenden Umſtänden abhangen. Das Zufällige aber, mithin das bloße Erfahrungsmäßige muß in den unendlich verſchiedenen Modifikationen dieſer Kräfte und in der Einwirkung anderer äußerer Umſtände, z. B. Wärme, Licht, Electricität u. ſ. aufgeſuchet werden. Eben weil die chemiſchen Erfahrungen zu Bertholet's Zeiten bey weitem noch zu gering waren, ſo konnte es nicht fehlen, daß die aus ſeinem Geſetze der chemiſchen Maſſe gezogene Folge, daß nämlich die Natur beſtrebt ſey, progreſſive Verbindungen nach allen möglichen Verhältniſſen zu bilden, durch widerſprechende Erfahrungen angetaſtet wurde. Gleich nach der Erſcheinung von Bertholet's chemiſcher Statik trat Prouſt gegen Bertholet auf, welcher ſchon vorher eine Menge chemiſcher Verſuche angeſtellet hatte, die der Bertholet'ſchen Behauptung ganz entgegen waren. Unter andern ſuchte Prouſt zu beweiſen, daß Bertholet in den chemiſchen Vereinigungen einen weſentlichen Unterſchied überſehen habe, und behauptete, daß an die Stelle von Bertholet's allgemeinem Geſetze der chemiſchen Wirkſamkeit ein anderes geſetzet werden müſſe, welches er das **Geſetz der unveränderlichen Proportionen** nannte,

Digitized by Google

wovon unter dem Artikel: **Verwandtſchaft**, mehr nach- zuleſen iſt.

Durch die ſehr vielfältigen Verſuche wurde **Prouſt** veranlaßt, einen weſentlichen Unterſchied zwiſchen **eigentlichen chemiſchen Verbindungen** (combinaisons) und **Zergehungen** (dissolutions) zu machen; erſtere ſollen nämlich nur zwiſchen zwey, höchſtens drey Grundſtoffen ſtatt finden, und ſtets nur in einem einzigen oder in ſehr wenigen beſtändigen Miſchungsverhältniſſen erfolgen, dem Geſetze feſter Proportionen gemäß. Die Zergehungen aber ſollen Vereinigungen dieſer Verbindungen unter einander, und daher bloße ſecundaire Zuſammenſetzungen, häufig von vier, fünf und mehreren Verbindungen ſeyn, die dem Geſetze der feſten Proportionen nicht unterworfen ſind, ſondern nach höchſt verſchiedenen, blos zufälligen Verhältniſſen erfolgen. Man hat aber dieſer Eintheilung mit Recht außer mehreren Erfahrungen, welche ſie nicht geſtatten, noch folgendes entgegengeſetzet: 1. ſey es noch nicht völlig erwieſen, daß die ſogenannten Grundſtoffe **einfache** Materien ſeyn, vielmehr würde ihre Zuſammenſetzung aus andern Beſtandtheilen immer wahrſcheinlicher, und es müßten daher die Grundſtoffe ſelbſt als **Zergehungen** betrachtet werden, und 2. ſey ebenfalls nicht erwieſen, daß der Grund der Abweichung der Zergehungen vom Geſetze der wahren Verbindungen auf einer weſentlichen Veränderung der Miſchungskräfte der Grundſtoffe beruhe. Demungeachtet haben doch mehrere Chemiker nicht ohne Grund die Eintheilung von **Prouſt** mit gewiſſen Modifikationen angenommen. **Prouſt** hatte nur die wahren unterſcheidenden Merkmale der Verbindungen und Zergehungen nicht gehörig erwogen. **Bertholet** ſelbſt nahm in den Wirkungen der chemiſchen Kräfte eine weſentliche Verſchiedenheit an. Bey allen Auflöſungen ſollen nach ihm die gegenſeitig einwirkenden Kräfte beyder Materien nur ſchwach ſeyn, und alsdann ſollen zwey verſchiedene Vereinigungen entſtehen: der aufzulöſende Körper verbindet ſich nämlich mit dem Auflöſungs-

Digitized by Google

mittel innerhalb der Sphäre ſeiner Wirkſamkeit, und zwiſchen dieſen Verbindungen und der übrigen Portion des Auflöſungsmittels tritt ein zweyter Zuſtand der Sättigung ein, der ſich durch gleichförmige Verbreitung des erſtern durch das letztere, oder umgekehrt, äußert, mithin gerade durch das, worin Lavoiſier das Weſentliche ſeiner Solutions ſetzte. Dieſe gleichförmige Verbreitung durch einander, nach progreſſiven Verhältniſſen zwiſchen zwey Grenzen, wie wir ſie bey den Auflöſungen wahrnehmen, iſt etwas ganz Eigenthümliches, das wir nur bey gewiſſen Arten von chemiſchen Vereinigungen bemerken, indeß die meiſten andern an einige feſte Verhältniſſe unabänderlich gebunden ſind. Man kann daher ſehr gut wahre Verbindungen von Zergehungen unterſcheiden, wenn man unter den erſtern Vereinigungen nach wenigen feſten Miſchungsverhältniſſen, und unter den andern Vereinigungen nach progreſſiven unmerklich in einander übergehenden Verhältniſſen, mehrentheils innerhalb beſtimmter Grenzen, verſteht. Eine ſolche Unterſcheidung zwingt uns keinesweges, gänzlich abzuläugnen, daß dieſe beyden Klaſſen von Vereinigungen aus demſelben Geſetze der in einander wirkenden chemiſchen Kräfte abhangen; auch ſetzt ſie keinesweges die Bedingung voraus, daß die Verbindungen bloße Vereinigungen der Grundſtoffe, und Zergehungen allein ſecundaire Vereinigungen zwiſchen ſchon gebildeten Verbindungen wären. Uebrigens ſ. m. die mit der Auflöſung in Verbindung ſtehenden Artikel: Stöchyometrie, Verwandtſchaft.

Da die chemiſch in einander wirkenden Kräfte der in Berührung kommenden ungleichartigen Materien durchaus nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehören, mithin in der reinen Anſchauung nicht erkannt werden können, ſondern ganz allein aus den Erfahrungen entwickelt werden müſſen, ſo entſteht nun die äußerſt wichtige Frage, wie wirken dieſe Kräfte auf einander, um das beſtimmte chemiſche Produkt zu erhalten? Gewöhnlich belegt man die in einem unendlich verſchiedenen Grade in

einander wirkenden Kräfte mit dem Namen der **Modifikationen** derſelben. Es iſt daher der größte Vorwurf der Naturforſcher, dieſe Modifikationen erfahrungsmäßig darzuſtellen. Eins der vorzüglichſten Verdienſte, welches ſich **Bertholet** um dieſen Gegenſtand erworben hat, beſteht beſonders darin, daß er ganz unwiderleglich dargethan hat, es ſey eine vergebliche Mühe, die chemiſchen Erſcheinungen durch Annahme einer einzigen Kraft erklären zu wollen. Um alſo jene Modifikationen gehörig zu entwickeln, muß man zugleich auf alle mögliche äußere Umſtände, welche bey chemiſchen Vereinigungen mitwirken können, ſehen. Da aber die geringſte Verſchiedenheit der mit einwirkenden Kräfte auf die Verſchiedenheit der chemiſchen Verbindungen einen großen Einfluß hat, und die Art ihrer Wirkung ſo leicht nicht allemal erkannt werden kann, ſo iſt es mit ſehr großen Schwierigkeiten verbunden, durch die bis jetzt bekannten Erfahrungen die Modifikationen der chemiſchen Kräfte zu beſtimmen. Vielleicht ſind dazu noch mehrere Jahrhunderte erforderlich, und vielleicht iſt es nicht einmal der Menſchheit möglich, in eine ſolche Tiefe der Natur zu blicken: denn Erfahrungskenntniſſe ſind nie apodiktiſch, und folglich nur ſo lange für uns wahr, als ſich von dieſer oder jener Regel keine Ausnahme findet. Herr Profeſſor **Hildebrandt** *) hat auf einige Thatſachen aufmerkſam gemacht, welche zur Aufhellung dieſes Gegenſtandes dienen. Zuerſt macht er aber auf folgende wichtige Verſchiedenheiten der Miſchungen und dadurch entſtehenden Gemiſche aufmerkſam.

In der erſten Art der Miſchung verbinden ſich zwey Materien ſo mit einander, daß zwar beyde bis auf die kleinſten erkennbaren Theile des Raums, welchen ſie erfüllen, mit einander vereinigt erſcheinen, aber dennoch das ganze Gemiſch die ſpecifiſchen Eigenſchaften ſowohl der einen, als der andern, nur in inniger Verbindung,

*) Ueber die Modifikation der Materie in Gehlen's neuem Journ. der Chemie. S. 605. B. 5.

an ſich trägt. Von dieſer Art iſt die Miſchung ſolcher Stoffe, die keine entgegengeſetzten Eigenſchaften beſitzen. Dahin gehören z. B. 1. die Auflöſungen von Mittelſalzen oder Neutralſalzen im Waſſer, welche von einigen Chemikern eben deswegen Löſungen genannt werden, um ſie von wirklichen Auflöſungen zu unterſcheiden. Daß dieſe Verbindungen keine bloße Gemenge ſind, davon überzeugt uns die vollkommene Durchſichtigkeit, und die Bindung der Wärme, die bey Auflöſung der Neutralſalze im Waſſer erfolgt. Daß aber doch eine niedrigere Stufe der Vereinigung hier ſtatt findet, als bey den Miſchungen der zweyten Art ſieht man an dem unveränderten Geſchmacke der aufgelöſeten Salze, an dem waſſerähnlichen Anſehn des Ganzen, an der Waſſerausdünſtung bey gelinder Wärme, ja ſchon in der gewöhnlichen Temperatur, an der Ausſcheidung der Salzkryſtalle durch bloße Erniedrigung der Temperatur, und endlich auch daran, daß, wenn eine ſolche Salzlauge in einem nach Verhältniß der Weite ſehr tiefen Gefäße lange ruhig ſteht, die unterſte Schicht beträchtlich dichter und ſalzreicher gefunden wird, als die oberſte, welches offenbar ein Senken der Salztheile anzeigt. In dieſen Miſchungen ſind die Salze nur flüſſig gemacht, ſonſt aber nicht verändert, und das Waſſer hat die Salztheile in ſich aufgenommen, ohne daß es aufgehöret hat, Waſſer zu ſeyn; 2. gehört hieher die Miſchung des Waſſers mit Kalk, wenn man dieſen mit wenigem Waſſer zu Staub löſcht, die Miſchung mit zerfallenem Glauberſalz oder andern Neutralſalzen, welche ihr Kryſtalliſationswaſſer verloren haben. Hier bleibt das Waſſer Waſſer, und das Salz Salz. Daß aber dieſe Vereinigung mehr als bloße Mengung ſey, zeigt nicht allein die Durchſichtigkeit der Salzkryſtalle, ſondern auch das Feſtwerden des Waſſers in gemeiner Temperatur; 3. ferner gehört hieher die Miſchung der Erden mit einander und mit Kalien. Auch dieſe Gemiſche können nicht für bloße Gemenge gelten; 4. die Miſchung fettiger und harziger Körper mit einander, der ätheriſchen Oehle mit

ſetten, Auflöſung des Wachſes in Baumöhl u. ſ. w. 5. die Miſchung der Metalle unter einander. Ein erſtarrtes Metallgemiſch, z. B. Kupfer mit Gold oder Silber zuſammengeſchmolzen, Meſſing, Stückgut u. ſ. f., zeigt ſich in ſeinen kleinſten Theilen, als aus den Metallen, aus welchen es entſtanden iſt, zuſammengeſetzt; 6. die Miſchungen des Schwefels und Phosphors mit Metallen, ſo lange ſie blos aus dieſen Stoffen, ohne Oxyden, beſtehen, wie Zinnober, Bleyglanz, Spiesglanz, welche das Metall als Metall enthalten: 7. die Miſchungen der Metalloxyde mit den Säuren.

In der andern Art der Miſchung verbinden ſich zwey Materien ſo mit einander, daß die ſpecifiſchen Eigenſchaften von beyden ganz oder größtentheils verloren gehen, und die entſtehende Miſchung weder der einen noch der andern der Materien ähnlich iſt, aus welchen ſie entſtand. Von dieſer Art iſt die Miſchung ſolcher Stoffe, die einander entgegengeſetzte Eigenſchaften beſitzen. Dahin gehören die Verbindung des Waſſerſtoffs und Sauerſtoffs zu Waſſer, die Alkalien und Säuren zu Neutralſalzen u. ſ. f. Auch die Miſchungen mit Waſſer ſind nicht alle blos von der erſten, ſondern einige zum Theil von der zweyten Art. Es ſind aber dieſe Miſchungen von den Miſchungen der erſten Art offenbar weſentlich verſchieden. Hier bey der zweyten Art von Miſchungen werden die ſpecifiſchen Eigenſchaften der zu miſchenden Materien in dem Gemiſche nicht mehr aufgefunden, ſondern es entſtehen ganz neue Eigenſchaften, und ſolche Verbindungen können wahre chemiſche Verbindungen genannt werden.

Es hängt demnach die Modifikation des Gemiſches zuerſt davon ab, ob die Stoffe, aus welchen es beſteht, auf die erſte oder auf die andere Art mit einander verbunden ſind. Indeſſen macht Herr Hildebrandt auch darauf aufmerkſam, daß vielleicht die Miſchungen der erſten und die der zweyten Art nur in Anſehung der Grade verſchieden ſeyn könnten. Ohne ſich nun weiter

Digitized by Google

auf die Unterſuchung dieſer leztern Bemerkung einzulaſſen, führet er an, daß die Modifikation der ſich mit einander miſchenden Stoffe beſonders davon abhange, wie die Verbindungen der ſogenannten Grundſtoffe, welche ſich zu einem Gemiſch vereinigen, neben einander beſtehen. Es ſeyn a, b, c, d Grundſtoffe eines Gemiſches, ſo können, bey einerley Verhältniß derſelben, aus ihnen ſehr verſchiedene Gemiſche x, y, z

$$\overbrace{\overbrace{a\ \ b}^{ab}\quad\overbrace{c\ \ d}^{cd}}^{x}\qquad\overbrace{\overbrace{a\ \ c}^{ac}\quad\overbrace{b\ \ d}^{bd}}^{y}\qquad\overbrace{\overbrace{a\ \ d}^{ad}\quad\overbrace{b\ \ c}^{bc}}^{z}$$

und wieder auf andere Weiſe t, v, w

$$\overbrace{\overbrace{ab\ \ c}^{abc}\quad d}^{t}\qquad\overbrace{\overbrace{ac\ \ b}^{abc}\quad d}^{v}\qquad\overbrace{\overbrace{bc\ \ a}^{abc}\quad d}^{w}$$

und wieder auf eine andere Weiſe q, r, s

$$\overbrace{\overbrace{ab\ \ d}^{abd}\quad c}^{q}\qquad\overbrace{\overbrace{ad\ \ b}^{abd}\quad c}^{r}\qquad\overbrace{\overbrace{a\ \ bd}^{abd}\quad c}^{s}$$

und wieder auf eine andere Weiſe u, o, p

$$\overbrace{a\quad\overbrace{b\ \ dc}^{bcd}}^{u}\qquad\overbrace{a\quad\overbrace{bc\ \ d}^{bcd}}^{o}\qquad\overbrace{a\quad\overbrace{bd\ \ c}^{bcd}}^{p}$$

entſtehen. Es iſt nämlich eine ganz andere Modifikation, wenn a mit b ein Gemiſch, und c mit d ein anderes Gemiſch zuſammenſetzen, und dann ab mit cd verbunden wird, als wenn a mit c, b mit d, dann ac mit bd verbunden ſind u. ſ. w. Herr Hildebrandt führt nun mehrere Beyſpiele an zum Beweiſe, daß dies Schema nicht

etwa ein bloßes combinatoriſches Gedankenſpiel, ſondern wirklich in der Erfahrung gegründet ſey. Nur läßt er ſich im Verfolg ſeiner angeführten Ideen eben das zu Schulden kommen, was allen neuern Naturphiloſophen zur Laſt zu legen iſt, daß nämlich die Materie überhaupt eine bloße Zuſammenſetzung der beyden ſich beſchränkenden Grundkräfte, der anziehenden und zurückſtoßenden, ſey. Die dynamiſche Anſicht beruhet keinesweges auf der Annahme, daß das Weſen der Materie blos auf Grundkräften beruhe, ſondern blos darauf, daß keine Materie ohne dieſe weſentlichen Kräfte möglich iſt. Kant hat ſich nie die Materie als eine bloße Zuſammenſetzung der genannten Kräfte vorgeſtellt, ſondern er ſagt vielmehr ausdrücklich, daß Materie blos eine Erſcheinung ſey, von welcher wir an und für ſich nichts wüßten.

Herr Profeſſor Link *) ſucht die Auflöſung auf eine ihm ganz eigene Art zu erklären. Seiner Vorſtellung gemäß iſt die Feſtigkeit eines Körpers aus der Flüſſigkeit entſtanden. An der Oberfläche eines Flüſſigen findet nämlich blos Ziehung von einer Seite, folglich ein Hinderniß des Verſchiebens ſtatt, und es erſcheinet daſelbſt das Flüſſige hart. Eine Menge von ſolchen harten Oberflächen des Flüſſigen, oder ſogenannten Blättchen, in einiger Entfernung von einander, mit andern durchkreuzt, damit ſie ſich nicht berühren, muß alſo einen feſten Körper bilden, und eben ſo eine Menge von ſich durchkreuzenden Faſern. Wenn nun eine Flüſſigkeit zwiſchen die Blättchen eines feſten Körpers eindringt, und mit demſelben zu einem Grade der Dichtigkeit gelangt, ſo fallen dieſe Oberflächen weg; es entſteht eine Gleichförmigkeit aller Kräfte; ſie heben ſich nach allen Seiten hin auf, und der Erfolg iſt eine Auflöſung.

Wenn man z. B. Glauberſalz oder ein anderes Salz in großen Kryſtallen in Waſſer legt, ſo wird man, nach-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXV. S. 140. u. f. B. XXX. S. 16. ff.

Digitized by Google

dem das Auflöſungsmittel etwas gewirkt hat, deutlich die Blättchen erkennen, woraus der Kryſtall beſteht, in deſſen Zwiſchenräumen das Waſſer eingedrungen iſt. Man wird ſich durch den Augenſchein von der Wirkung des Auflöſungsmittels überzeugen. Herr Link rechnet noch folgende Erſcheinung hieher. Auf eine polirte Marmorplatte wirkt ein Tropfen ſtarker Schwefelſäure ungemein langſam; viel ſchneller auf eine rauhe Oberfläche, und noch ſchneller, wenn man Waſſer hinzubringt. Daher ſind verdichtete Körper in ihren Auflöſungsmitteln ſchwerer auflöslich, wie z. B. die Alaunerde, und es iſt keinesweges ein Zeichen einer ſtarken Verwandtſchaft zweyer Körper, wenn ſie ſich einander mit großer Geſchwindigkeit auflöſen. Es kömmt dabey auf die Zwiſchenräume des feſten Körpers, und auf den feinern oder gröbern Zuſtand des Auflöſungsmittels an, um dies Mehr oder Weniger hervorzubringen.

Wenn nun aber nach Herrn Link's Vorſtellung der auflöſende Körper in die Zwiſchenräume des aufzulöſenden gedrungen iſt, ſo entſteht die Frage, wodurch kommen beyde zu einem Grade der Dichtigkeit? Nach Herrn Link kann dies auf eine dreifache Art erfolgen. Entweder wird der auflöſende Körper verdichtet, oder der aufzulöſende, oder beyde, in den Fällen nämlich, wo die Auflöſung dichter iſt, als das Auflöſungsmittel.

Es ſey offenbar, daß in ſehr vielen Fällen der aufzulöſende Körper bey der Auflöſung einen Theil ſeiner Dichtigkeit verlieren müſſe, denn er vertheile ſich in dem Auflöſungsmittel und werde ſpecifiſch leichter. Das einzelne Blättchen alſo, worauf die Flüſſigkeit wirke, behalte nicht ſeinen Grad der Dichtigkeit, die Anziehung ſeiner gleichartigen Theile werde geringer; nämlich die Anziehung zur umgebenden Flüſſigkeit ſey es, wodurch die Anziehung der gleichartigen Theile gemindert werde. Herr Link nimmt die anziehende Kraft bey Auflöſungen als eine trennende Kraft an; denn es ſey die Trennung des feſten aufzulöſenden Körpers in die feinen Theilchen, welche

ſich in der Flüſſigkeit verbreiten, ganz unbegreiflich, ſobald nicht die Anziehung ſeiner gleichartigen Theilchen zu einander durch die äußere Kraft geſchwächt werde. Berthollet, welcher in der chemiſchen Verwandtſchaft nichts als Streben nach Vereinigung ſehe, ſey nicht einmal im Stande, von dieſem häufigſten aller chemiſchen Prozeſſe Rechenſchaft zu geben.

Aus dieſen ſeinen Anſichten folge nun, daß der aufzulöſende Körper nicht blos in die Zwiſchenräume des Flüſſigen dringe, ſondern daß auch das Volumen des letztern durch die Auflöſung vermehret werde.

Herr **Link** meinet, daß auf dieſe Art die Auflöſung ganz einfach erfolge, und es bedürfe keiner unbegreiflichen Durchdringung der in einander wirkenden ungleichartigen Materien, um dieſe Erſcheinung zu erklären.

Man ſieht wohl, daß Herr **Link** keinesweges den Vorgang einer wahren Auflöſung, ſondern höchſtens den einer Löſung, wie ihn **Lavoiſier** nannte, erkläret hat. Aber auch in dieſem letzten Falle iſt es noch nicht entſchieden, ob wirklich die flüſſige Materie als Auflöſungsmittel Zwiſchenräume beſitze. Die Erfahrung, ſelbſt durch die größten Vergrößerungsgläſer, zeigt uns keine. Es iſt daher weit wahrſcheinlicher anzunehmen, daß bey der ſogenannten Löſung die Flüſſigkeit den feſten aufzulöſenden Körper in die möglichſt kleinſten Theilchen trennt, oder ihn ebenfalls flüſſig macht, und durch lange Ruhe, oder durchs Umrühren dieſe flüſſig gemachten Theilchen in jener Flüſſigkeit ſo gleichförmig vertheilet werden, daß nach allen Seiten hin eine gleiche anziehende Kraft im Innern der Auflöſung, mithin ſo lange ein unveränderter Zuſtand ſtatt findet, als keine Temperaturveränderung erfolget. Tritt aber dieſe ein, ſo hebt ſich die Ziehkraft der innern Theilchen der Auflöſung allmählig immer mehr auf, die feſten aufgelöſeten Theilchen werden ſchwerer und ſenken ſich daher in der Auflöſung mehr hinab.

Wenn dagegen die Qualitäten beyder Körper, die ſich auflöſen, verändert werden, und daraus ein dritter

Körper entſtehet, der ganz verſchiedene Eigenſchaften von den des Auflöſungsmittels und des auflöſenden Körpers beſitzet, ſo läßt ſich meines Erachtens ſehr wohl eine chemiſche Durchdringung der Körper gedenken, wenn die Auflöſung vollſtändig iſt. Ob die Kunſt eine ſolche Auflöſung hervorzubringen vermöge, das läßt ſich durch Erfahrung nicht ausmachen. Da ſie ſich aber doch gedenken läßt, ſo kann auch gegen die Möglichkeit derſelben nichts eingewendet werden.

Auge (Zuſ. z. S. 186. Th. I.). Bisher hat man allgemein angenommen, daß die Empfindung des Sehens durch die Abbildungen des Gegenſtandes auf der Netzhaut hervorgebracht werde. Campbell *) widerſtreitet dieſe gemeine Meinung vorzüglich aus dieſem Grunde, weil die Netzhaut ſo durchſichtig ſey, daß alle Lichtſtrahlen durchgingen, und von der Aderhaut verſchluckt würden. Seiner Meynung nach ſoll das Sehen in zwey Arten der Wahrnehmung beſtehen, nämlich des Maßes und Umriſſes, und der Farben. Im erſtern Falle erhalte das Auge gleich dem Gefühlorgan einen Haufen Strahlen, welche in Geſtalt und Größe dem geſehenen Gegenſtande entſprächen, durch die Netzhaut drängen, und auf dem Sehenerven einen correſpondirenden Fleck aufregten. Beym Unterſcheiden der Farben dagegen ſey mehr Aehnlichkeit mit den Organen des Geruchs und des Geſchmacks. Die verſchiedenen gefärbten Strahlen rührten die Sehhaut oder den correſpondirenden Fleck auf dem Sehenerven auf eine eigenthümliche Art.

Ob Hrn. Campbell's Hypotheſe in der Natur wirklich ſtatt finde, kann nicht beſtimmt ausgemacht werden, weil wir nicht angeben können, wie die Empfindung des Sehens mit unſerm geiſtigen Weſen zuſammenhängt. Indeſſen ſind doch alle Erfahrungen dafür, daß wir keinen Gegenſtand deutlich ſehen können, wenn er ſich nicht auf der Netzhaut abbildet. Zum deutlichen Sehen der

*) Verhandlungen der Edinburger Geſellſchaft vom April 1817.

Digitized by Google

Objekte entſtehet aber die weit wichtigere Frage, ob die verſchiedenen Feuchtigkeiten in unſerm Auge ſo geordnet ſind, daß durch dieſelben ſowohl die Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Kugelgeſtalt, als auch wegen der Farben aufgehoben werde? Gregory und Euler vermutheten dies, und letzterer gab dadurch Veranlaſſung zur Erfindung der farbenloſen oder achromatiſchen Fernröhre. M. ſ. den Art. Fernröhre, achromatiſche. Th. II. S. 418. f. Ueber dieſen wichtigen Gegenſtand hat Herr Prof. Mollweide *) neuere Unterſuchungen angeſtellet. Was die Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgeſtalt betrifft, ſo iſt dieſe in unſerm Auge gänzlich aufgehoben, weil die Kryſtalllinſe nach dem Rande zu an Dichtigkeit abnimmt. In Hinſicht der Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung hatte ſchon Maſkelyne den farbenloſen Bau des Auges bezweifelt, indem er glaubte, daß die Brechungen eines Strahls im Auge alle nach einerley Seite geſchehen, oder daß der Strahl bey jeder neuen Brechung in den drey verſchiedenen Feuchtigkeiten des Auges ſtärker nach der Axe des Auges gelenkt werde. Sollte die Farbenzerſtreuung aufgehoben werden, ſo mußte der Strahl wenigſtens einmal von der Axe abgelenkt werden, wie bey den Objektiven der farbenloſen Fernröhre der Fall iſt, in deren Verbindung ſich folglich jederzeit eine Hohllinſe befinden muß. Daß aber eine ſolche Ablenkung des Strahls von der Axe im Auge ſtatt finde, haben wir nicht den geringſten Grund zu vermuthen. Es bemerket zwar Herr Hube, daß zwiſchen der Kryſtalllinſe und der gläſernen Feuchtigkeit ein Raum ſich befinden möchte, der mit Luft oder einer andern Flüſſigkeit von geringer brechenden, aber ſtärker farbenzerſtreuenden Kraft, als die Kryſtalllinſe, angefüllt ſey. Wäre dies wirklich der Fall, ſo könnte allerdings, da jene Flüſſigkeit die Geſtalt eines concav-convexen Glaſes, welches das Licht eben ſo, wie eine Hohllinſe bricht, haben würde, die

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXX. S. 220. u. f.

Digitized by Google

Farbenzerſtreuung dadurch gehoben werden. Allein da bey einem concav-convexen Glaſe die Dicke nach dem Rande zu wächſt, ſo müßte jener zwiſchen der Kryſtalllinſe und dem Glaskörper befindliche Raum, wenn er um die Mitte auch noch ſo dünn wäre, doch bey der Zergliederung des Auges wahrgenommen werden. Dieſe gibt aber nicht die geringſte Spur von einem ſolchen Zwiſchenraume, mithin hat auch Hube's Hypotheſe gar nichts für ſich, und es dadurch keinesweges bewieſen, daß durch den Bau unſers Auges die Abweichung wegen der Farben gänzlich aufgehoben ſey. Vielmehr führt Herr **Mollweide** noch einige Erſcheinungen an, welche ſich nicht anders erklären laſſen, als wenn man annimmt, daß das Auge nicht achromatiſch ſey. Man faſſe nämlich die horizontale Sproſſe eines Fenſters, hinter welchem ſich der Himmel rein zeigt, ins Auge, halte dicht vor das Auge die Hand, oder ſonſt einen undurchſichtigen, geradlinig begränzten Körper, und bewege dieſen ſo lange herab oder herauf, bis der zwiſchen ihm und der Sproſſe geſehene helle Theil des Fenſters nur einige Linien breit erſcheinet: man wird alsdann auf beyden Seiten der Fenſterſproſſe, oder an den Gränzen des hellen und dunkeln ſehr ſchmale Farbenſäume gewahr werden. Hat man das Hinderniß von oben herab vor das Auge gebracht, ſo ſieht man die Sproſſe oben mit einem blauen, unten mit einem gelben Rande eingefaßt, an welchem ſich noch ein ſchmaler rother Streifen hinzieht. In dem umgekehrten Falle, wenn nämlich das Auge von unten hinauf durch das Hinderniß zum Theil bedeckt worden iſt, zeigen ſich die Farbenſäume umgekehrt. Aehnliche Erſcheinungen finden ſtatt, wenn man eine vertikale Fenſterſproſſe betrachtet, während das Auge nach und nach entweder von der Rechten zur Linken, oder umgekehrt bedeckt wird.

Dieſe Erſcheinungen ſind denen, welche man wahrnimmt, wenn man dieſelbe Fenſterſproſſe mit einem vor das Auge gehaltenen Prisma, deſſen brechender Winkel nach unten oder nach oben, zur Linken oder Rechten ge-

kehrt iſt, zu ähnlich, als daß dieſe Aehnlichkeit nicht ſogleich auffallen ſollte. Ob nun in beyden Fällen die Zerlegung des Lichtes durch die Brechung die wahre Urſache iſt, hat Herr **Mollweide** umſtändlich unterſuchet. Herr D. **Nordhof** α) hatte dieſe Erſcheinungen zuerſt beſchrieben, und ſie aus der Beugung des Lichtes erkläret. Allein Herr **Mollweide** zeigte genauer, daß ihre Urſache nicht Beugung, ſondern wirkliche Brechung des Lichtes im Auge ſey.

Herr **Fraunhofer** β) in Benedictbaiern hat durch unmittelbare Verſuche erwieſen, daß unſer Auge nicht achromatiſch iſt. Wenn man nämlich in das Geſichtsfeld eines Fernrohres, welches mit einem Mikrometerfaden verſehen iſt, die rothe Farbe eines Farbenſpectrums hinleitet, und das Okular ſo ſtellet, daß man den Mikrometerfaden deutlich ſiehet, und hiernächſt die blaue Farbe des Spectrums in das Geſichtsfeld bringt, ſo ſieht man bey unverrucktem Okulare den Mikrometerfaden nicht mehr. Um ihn wieder deutlich zu ſehen, muß das Okular bedeutend viel dem Faden näher gerückt werden, und zwar um mehr als das Doppelte der Längenabweichung wegen der Farbenzerſtreuung der Okularlinſe. Dies beweiſet offenbar, daß die verſchiedenen farbigen Strahlen im Auge nicht einerley Vereinigungsweite haben, und daß folglich das Auge nicht farbenlos oder achromatiſch iſt. M. ſ. **Farbenzerſtreuung**.

Auch hat Herr **Chevenix** γ) zuerſt die Augenfeuchtigkeiten einer chemiſchen Analyſe unterworfen. Zu ſeinen Verſuchen wählte er die Feuchtigkeiten aus den Augen der Schafe, Ochſen und Menſchen. Die wäſſerige Feuchtigkeit iſt eine klare, durchſichtige Flüſſigkeit, wie Waſſer, und ihr ſpecifiſches Gewicht iſt bey einer Tem-

---

α) Voigt's Magazin für den neueſten Zuſtand der Phyſik. B. 7. S. 52 u. f.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVI. S. 304.

γ) Philos. Transact. 1803. ingl. Philos. Magaz. XVI. 256. überſ. im neuen allgem. Journal der Chemie. B. III. S. 394.

Digitized by Google

peratur von 60° Fahr. 1,0090 bey Schafaugen, 1,0088 bey Ochſenaugen und 1,0053 bey Menſchenaugen; der Hauptbeſtandtheil dieſer Feuchtigkeit iſt Waſſer, in welchem eine geringe Menge Eyweißſtoff, Gallerte und Kochſalz aufgelöſet ſind.

Die gläſerne Feuchtigkeit kam in allen Eigenſchaften, ſogar in dem ſpecifiſchen Gewichte mit der wäſſerigen überein.

Die kryſtallene Feuchtigkeit oder die Kryſtalllinſe iſt in der Mitte am dichteſten, und wird nach dem Umfange hin immer weniger dicht; daher auch die Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Kugelgeſtalt beym Auge gänzlich wegfällt. Ihr ſpecifiſches Gewicht iſt im Schafauge gleich 1,0000, im Ochſenauge 1,0765 und im Menſchenauge 1,0790. Ihre Beſtandtheile ſind Waſſer, Eyweißſtoff und Gallerte.

Faſt um dieſelbe Zeit, wie Chevenix, hatte auch Nicolas a) die verſchiedenen Feuchtigkeiten des Auges unterſuchet. Seine Reſultate weichen von den des Herrn Chevenix nur im folgenden ab:

In der wäſſerigen Feuchtigkeit fand er auch im friſcheſten Zuſtande Spuren vom Alkali und phosphorſaurer Kalkerde.

Die glasartige Feuchtigkeit hatte nach ihm ein etwas größeres ſpecifiſches Gewicht, als die wäſſerige, die Beſtandtheile aber waren dieſelben, wie bey der wäſſerigen.

Auch in der kryſtalliſchen Feuchtigkeit fand Nicolas einige Spuren von Alkali und phosphorſaurer Kalkerde.

(Zuſ. z. 187. Th. I.). Um ſich nicht noch mehr durch den Gebrauch von Brillen an die Weitſichtigkeit und Kurzſichtigkeit zu gewöhnen, kam ein gewiſſer Herr Baldwin b) zu Preſcot, der ein ſehr weitſichtiges Auge hatte, auf den Gedanken, daß ſich vielleicht die

a) Annal. de Chimie T. LIII. p. 307. ff. im Auszuge im neuen Journ. der Chemie. B. V. S. 668. ff.

b) Monthly Magaz. Decem. 1805. p. 421.

Weitſichtigkeit allmählig verlieren werde, und ſein Auge eine andere Geſtalt annehmen müſſe, wenn er ſich an Hohlgläſer gewöhne. Der Verſuch entſprach ſeiner Erwartung, und er ſahe ſich bald im Stande, mit Gläſern, die ſehr wenig concav waren, deutlich zu ſehen und endlich konnte er mit bloßen Augen die kleinſten Sachen deutlich ſehen. Es muß alſo das Auge die wunderbare Beſchaffenheit beſitzen, ſich nach der Entfernung des Gegenſtandes und nach einer Menge von Umſtänden abzuändern, indem es deutlich zu ſehen beſtrebt iſt. Gebraucht daher ein Weitſichtiger, welcher Brillen nöthig hat, ſchwache Hohlgläſer, ſo wirkt das Streben des Auges nach Deutlichkeit dahin, das Auge convexer zu machen, und fährt man im Gebrauche der Hohlgläſer fort, ſo nehmen wahrſcheinlich die Muskeln dieſes Organs die Gewohnheit an, in der erlangten Convexität zu bleiben. Vermittelſt hohler Gläſer läßt ſich dieſe Wirkung wahrſcheinlich allmählig verſtärken.

Wenn alſo das Auge dieſe angeführte Eigenſchaft wirklich beſitzet, ſo muß auch nothwendig der Kurzſichtige beym Gebrauche der Convexgläſer weitſichtiger werden, und dadurch dieſen Augenfehler verbeſſern.

Ueber die beyden Augenübel, der Kurz- und Fernſichtigkeit, haben die beyden Herren D. Char. Wells *) und Jam. Ware ᵝ) wichtige Beobachtungen angeſtellet, und mit Recht die einreißende Mode, ſich in den frühern Jahren der Lorgnetten zu bedienen, als das vorzüglichſte Verderbniß guter Augen angeführet. Herr Ware leitet aus ſeinen Beobachtungen folgende Folgerungen ab:

1. Die Kurzſichtigkeit wird ſelten bey kleinen Kindern unter dem zehnten Jahre bemerkt. Die höhern Stände ſind mehr davon befallen, als die niedern. Die Beyſpiele, wenn es überhaupt deren gibt, ſind ſelten, daß, wenn man Hohlgläſer zu Hülfe genommen und ſich an

---

*) Philoſoph. Transact. of the roy. socie. of Lond. for 1811. P. 2.

ᵝ) Philoſoph. Transact. of the roy. socie. of Lond. for 1813. P. 1.

den Gebrauch derſelben gewöhnet hat, dieſes Uebel von ſpätern Jahren gehoben oder gemindert worden iſt.

2. Obgleich ein vollkommen gutes Auge mit der Zeit gewöhnlich convexer Gläſer bedarf, um nahe Objekte deutlich zu ſehen, ſo hat man doch mehrere Fälle, daß ſelbſt 50 Jahre alte Leute, die ſchon Jahre lang convexe Gläſer gebrauchet hatten, von dieſen beym Beſchauen naher Gegenſtände keine Hülfe mehr erhielten, ſondern ſelbſt concaver Gläſer bedurften, um entfernte Objekte genau zu ſehen.

3. Der Grund einer ſolchen Veränderung iſt zwar nicht immer bekannt, ſie iſt jedoch einigemal durch den Gebrauch ausleerender Arzneymittel und vorzüglich durch Blutigel an den Schläfen, andere Male durch anhaltenden Gebrauch eines Mikroſcops mehrere Tage hinter einander herbeygeführet worden.

4. Die Beyſpiele ſind nicht ſelten, daß Perſonen vom hohen Alter, nachdem ſie lange Zeit beym Leſen und Schreiben ſtärke convexe Gläſer hatten brauchen müſſen, von dieſen Gläſern keine Hülfe mehr erhielten, und fähig wurden, ohne allen Beyſtand nahe und entfernte Gegenſtände eben ſo gut zu ſehen, als in ihrer Jugend. Die Urſache dieſer Verbeſſerung ihres Geſichts läßt ſich zwar mit Gewißheit nicht angeben, doch iſt es nicht unwahrſcheinlich, daß Aufſaugung eines Theils des Glaskörpers ſie bewirkt habe, zu Folge welcher die Seiten des Auges flacher, und die Axe deſſelben von der Hornhaut bis zur Netzhaut länger wurden, und die Länge dieſer Axe wieder in daſſelbe Verhältniß zu dem verflächten Zuſtand der Hornhaut, oder der Kryſtalllinſe, oder beyder zugleich gebracht wurde, in dem ſie ſich vor der Verſchlechterung des Auges befand.

Ausdünſtung (Zuſ. z. S. 44. Th. VI.). So viele und wichtige phyſiſch chemiſche Entdeckungen man auch in den neuern Zeiten gemacht hat, ſo ſind doch die Prozeſſe der Ausdünſtung, und des Niederſchlages derſelben bey weitem noch nicht aufs Reine. Es ſcheinen alle Um-

Digitized by Google

ſtände noch nicht entdeckt zu ſeyn, welche bey dieſen wichtigen Erſcheinungen mitwirken, und alle bisher verſuchte Erklärungen gründen ſich auf bloße Hypotheſen, wovon die eine mehr die andere weniger mit der Natur übereinſtimmet. Dalton's ſcharfſinnige Hypotheſe, von welcher bereits unter dem Artikel Gas, atmosphäriſches, S. 500. Th. VI. das Weſentlichſte iſt angezeiget worden, ſetzet voraus, daß ſeinen ſorgfältig angeſtellten Verſuchen zu Folge elaſtiſche Flüſſigkeiten, welche mit der größten Sorgfalt in Berührung gebracht werden, ſich ſtets mit einander mengen, und nach und nach durch einander vertheilen. Es verſtreicht doch eine geraume Zeit, bevor eine völlige Mengung erfolget, beſonders wenn die Fläche, in welcher ſie ſich berühren, klein iſt. Dieſe Zeit kann nach Verhältniß der elaſtiſchen Flüſſigkeiten, und der mehr oder weniger ungehemmten Gemeinſchaft unter einander, eine Differenz von einer Minute bis einem Tage und drüber gehen.

Die Meinung mehrerer Phyſiker, daß das Waſſer von der Luft aufgelöſet werde, hat nach Dalton vermuthlich auch zu der Meinung, daß Luft in Luft aufgelöſet ſey, Veranlaſſung gegeben. Sie hatten nämlich die Beobachtung gemacht, daß das Waſſer in der atmoſphäriſchen Luft nach und nach verſchwand und ausdunſtete, und die Elaſticität derſelben vergrößerte; auf der andern Seite war auch bekannt, daß Waſſerdunſt unfähig ſey, bey einer niedrigen Temperatur den Widerſtand der Luft zu überwinden. Man hielt alſo die Wirkſamkeit der chemiſchen Kraft für nöthig, um dieſe Erſcheinung zu erklären. Bey den Luftarten ſchien zwar dieſe Wirkſamkeit nicht ſo unumgänglich nöthig zu ſeyn: allein die Verbreitung unter einander war ein Umſtand, der keine leichte Erklärung auf einem andern Wege zuzulaſſen ſchien. Indeſſen, ſagt Herr Dalton, hätte man doch erwarten ſollen, daß die Dichtigkeit der Gasart auf ihre auflöſende Kraft einigen Einfluß haben werde, und daß halb ſo dichte Luft nur halb ſo viel Waſſer in ſich nehmen werde, oder daß die

Menge des Waſſers bey Abnahme der Dichte der Luft in irgend einem Verhältniſſe vermindert werde. Allein auch in dieſer Erwartung fand man ſich getäuſcht. Bey jedem Grade der Verdünnung der Luft, hat der Waſſerdunſt dieſelbe Stärke der Elaſticität, als wie unter gleichen Umſtänden bey Luft von gewöhnlicher Dichte.

Alle dieſe Thatſachen reichen nach Dalton hin, die große Schwierigkeit der Vorſtellungsart, wie irgend ein Princip der chemiſchen Einwirkung zwiſchen Luft und Waſſer das Agens ſeyn könne, ins gehörige Licht zu ſetzen. Es errege Erſtaunen, daß dieſelbe Menge Waſſerdunſt mit Einem Theilchen Luft in einem gegebenen Raume eben ſo wie mit tauſend in demſelben Raume chemiſch gebunden ſeyn ſolle. Hiemit ſey jedoch das Wundervolle noch nicht beendiget. Eine torricelliſche Leere löſe das Waſſer auf, und in dieſem Falle ſähen wir Waſſerdunſt ſich unabhängig von Luft bey allen Temperaturen erhalten. Was dieſe Erſcheinung noch merkwürdiger mache, ſey, daß der Waſſerdunſt in einem ſolchen leeren Raume genau in derſelben Menge und von demſelben Grade der Elaſticität angetroffen werde, wie in einem gleichen Volumen irgend einer Gasart von demſelben Grade der Feuchtigkeit.

Dieſe und andere ähnliche Betrachtungen veranlaßten Dalton, die Hypotheſe aufzugeben: daß die Luft das Waſſer auflöſe, und einen andern Erklärungsgrund dieſer Erſcheinung aufzuſuchen, wenn wirklich einer zu finden wäre. Nach vielen und mannigfaltigen Verſuchen ſchien ihm folgende Hypotheſe ein Genüge zu leiſten *). Die Theilchen irgend einer Gasart ſind nicht elaſtiſch, oder üben keine Repulſionskraft gegen die Theilchen einer andern Gasart aus, ſondern blos gegen die Theilchen ihrer eigenen Art. Wenn alſo ein Gefäß eine Miſchung aus ſolchen elaſtiſchen Flüſſigkeiten enthält, ſo wirkt jede unabhängig von der andern mit ihrer eigenthümlichen Elaſticität auf das Gefäß, während unter den Flüſſig-

*) Memoirs of the litter. and philosoph. society of Manchester. Vol. V.

keiten ſelbſt keine wechſelſeitige Einwirkung bemerket wird. Aus dieſer Hypotheſe war es ihm leicht, das Daſeyn des Waſſerdunſtes in der Atmoſphäre bey allen möglichen Temperaturen zu erklären, indem er nichts weiter als ſein eigenes Gewicht zu tragen hat; und es ergab ſich auf eine völlig befriedigende Art, warum weder mehr noch weniger Waſſerdunſt in Luft von der größten Feuchtigkeit als in einem luftleeren Raume von derſelben Temperatur ſtatt finden könne. Auch das Geſetz der Verdichtung des Waſſerdunſtes in der Atmoſphäre durch Kälte war in dieſer Theorie daſſelbe, als das der Verdichtung des reinen Waſſerdampfs, und die Erfahrung beſtätigte dieſe Folgerung für alle Temperaturen.

Dalton's Theorie wurde von mehreren Phyſikern geprüft, und als nicht haltbar betrachtet. D. Thomſon [α]) machte die erſten Einwürfe dagegen; er bemerkte nämlich, daß dieſe Theorie keinesweges die gleichförmige Vertheilung der Gasarten befriedigend erkläre, und daß, wenn auch eingeräumet werde, es finde weder eine Anziehung noch Zurückſtoßung der Gasarten gegen einander ſtatt, beyde ſich doch immer nach Maasgabe ihres verſchiedenen ſpecifiſchen Gewichtes über einander lagern müßten. Wenn man aber wirklich nach Dalton's Theorie eine völlig gleichförmige und beſtändige Verbreitung der Gasarten durch einander zugeben wollte, ſo würde doch daraus, daß man annimmt, das eine Gas verhalte ſich gegen das andere wie ein Vacuum, nothwendig folgen müſſen, daß, wenn ein Maaß des einen zu einem Maaß des andern gebracht würde, beyde Maaße nicht mehr als den Raum eines einzigen Maaßes einnehmen könnten.

Ferner hat Herr Berthollet [β]) gegen Dalton's Theorie erhebliche Einwendungen gemacht. Er ſagt,

---

α) Syſtem der Chemie in 4 Bänden. Aus dem Engl. überſetzt von Wolff. Berlin, 1805 u. 1806. 8.

β) Recherches sur les loix de l'affinité und essai de statique chimique.

wenn ſich ein Gas in die Zwiſchenräume eines andern wie im leeren Raume verbreitete; ſo würde keine Vermehrung des Umfanges erfolgen, wenn ſich Waſſerdunſt oder Aetherdunſt mit der Luft verbinden; allein ſie erfolgt wirklich im Verhältniſſe der hinzukommenden Menge von Dunſt: die feuchte Luft müßte alsdann ſpeciſiſch ſchwerer als die trockene ſeyn, ſie iſt aber, wie ſchon Newton bemerkt hat, ſpeciſiſch leichter. Denſelben Einwurf gegen Dalton's Theorie hat auch Gough *) gemacht. Auch bemerket Berthollet gegen Dalton, daß es keine einzige phyſiſche Erſcheinung gebe, wo irgend eine elaſtiſche Subſtanz vorhanden ſeyn könne, welche ihr Volumen zu dem einer andern elaſtiſchen Subſtanz hinzufüget, und welche gleichwohl mittelſt ihrer Expanſivkraft nicht auf dieſelbe wirkt. Berthollet glaubt vielmehr, daß der Waſſerdunſt in der Luft wirklich aufgelöſet werde. Zur Entſtehung des elaſtiſchen Waſſerdampfes iſt freylich keine aufzulöſende Kraft der Luft nöthig; allein zur Entſtehung einer gleichförmigen Miſchung des Dunſtes mit der Luft ſcheint ſie nothwendig zu ſeyn. Daß zwiſchen Luft und Waſſer wirklich eine gewiſſe Verwandtſchaft ſtatt finde, iſt daraus klar, daß das Waſſer allezeit in Berührung mit Luft eine gewiſſe, obgleich kleine Menge von derſelben aufnimmt. Noch mehr aber beweiſet dies die Entſtehung einer gleichförmigen Miſchung von Luft und Dunſt, und die große Schwierigkeit, ſelbſt durch die kräftigſten Reagentien der Luft alles Waſſer zu entziehen. Wäre zwiſchen beyden Subſtanzen gar keine Verwandtſchaft, ſo könnte blos ein mechaniſches Gemenge entſtehen. Da aber Luft und elaſtiſcher Waſſerdampf im ſpeciſiſchen Gewichte wirklich von einander verſchieden ſind, ſo könnte ſich ein ſolches Gemenge nur durch Schütteln erhalten, ſobald man es hingegen der Ruhe überließe, müßten ſich beyde Subſtanzen von einander trennen, die leichtere in

*) Nicholsons Journal Vol. IX. pag. 162.

die Höhe ſteigen, und die ſchwerere ſinken, welches aber gegen alle Erfahrung iſt.

Einer der wichtigſten Einwürfe, welche man gegen Dalton's Theorie gemacht hat, beruhet auf der beträchtlichen Zeitdauer, welche oft nöthig iſt, wenn ſich zwey Gasarten vollkommen durch einander verbreiten ſollen; dieſe Behauptung ſtreite offenbar gegen die Annahme, daß ein Gas ſich gegen das andere, wie ein luftleerer Raum verhalte.

Herr Dalton *) hat ſich gegen alle dieſe Einwendungen zu vertheidigen geſuchet. Er führt vorzüglich an, daß man ſeine Theorie nicht gehörig verſtanden habe. Wenn man, ſagt er, ein dünnes cylindriſches Gefäß, das trokkene Luft enthält, über Queckſilber umkehret, einen Theil Luft mittelſt eines Hebers hinwegnimmt, bis das Gleichgewicht des Drucks innerhalb und außerhalb hergeſtellet iſt, und dann eine kleine Menge Waſſer, Aether u. ſ. f. in das Gefäß ſchüttet; ſo werden die entſtehenden Dünſte die Zwiſchenräume der Luft eben ſo wie ein leerer Raum einnehmen. Werde nicht hier die Queckſilberfläche ſowohl von der trockenen Luft, als auch von dem neu gebildeten Dunſte gedruckt, und werde dadurch nicht der innere Druck ſtärker als der äußere ſeyn, welches eine Vergrößerung des Luftvolumens, um das Gleichgewicht herzuſtellen, zur Folge haben werde?

Man wende dies auf die freye Luft an: man denke, daß keine aus Waſſerdunſt beſtehende Atmoſphäre die Erde umgebe, ſondern nur eine aus Stickgas, deren Druck gleich 23 Zoll Queckſilber, und eine aus Sauerſtoffgas, deren Druck gleich 6 Zoll Queckſilber geſetzet wird. Da nun dieſe Luft vollkommen trocken ſeyn würde, ſo müßte die Ausdünſtung mit großer Schnelligkeit anfangen: der zuerſt gebildete Dunſt, welcher von dem tiefer liegenden beſtändig angetrieben wird, in die Höhe

*) Neues Syſtem des chemiſchen Theils der Naturwiſſenſchaft. Aus d. Engl. überſ. v. Wolff. 2 Bände. 8. Berlin, 1812.

Digitized by Google

zu ſteigen, und eben ſo einen beſtändigen Widerſtand von der Luft erleidet, muß in dem erſten Augenblicke die beyden andern Atmoſphären ausdehnen; denn der aufſteigende Dunſt fügt ſeine Gewalt zu der aufwärts ſtrebenden Elaſticität der beyden Gasarten, und erleichtert zum Theil ihren Druck, wovon Ausdehnung eine nothwendige Folge iſt. Endlich, wenn aller Dunſt, deſſen Aufſteigen die Temperatur zulaſſen will, ſich erhoben hat, ſo erreicht die aus Waſſerdunſt beſtehende Atmoſphäre ein Gleichgewicht; ſie wird nicht länger auf die beyden andern drücken, ſondern auf die Erde; die andern nehmen alsdann ihre urſprüngliche Dichte und Druck durchgängig wieder an.

In dieſem Falle würde, wenn der Waſſerdunſt mit der Luft chemiſch verbunden wäre, keine Vergrößerung des Volumens ſtatt finden; die Feuchtigkeit würde das Gewicht der geſammten Atmoſphäre vermehren, allein ihr ſpecifiſches Gewicht bey einem beſtimmten Drucke vermindern. Daß es aber auch wirklich einen Fall gebe, wo eine elaſtiſche Subſtanz mittelſt ihrer Expanſivkraft auf eine andere mit jener gemengten elaſtiſchen Subſtanz nicht wirke, ließe ſich nicht allein ſehr gut gedenken, ſondern er führt auch einen an, der völlig mit dieſem übereinkommt. Zwey Magnete nämlich ſtoßen einander ab, d. h. ſie wirken mit einer Expanſivkraft gegen einander, aber nicht gegen andere auf dieſelbe Art, ſondern lediglich als unelaſtiſche Körper, und dies würde ohne Zweifel ganz der Fall ſeyn, wenn ſie in ihre Atome verwandelt wären; eben ſo können zwey Theilchen derſelben Art von Luft auf einander elaſtiſch und auf andere Körper unelaſtiſch wirken, und mithin gar nicht wirken, es ſey denn, daß ſie ſich in Berührung befinden.

Daß aber der Waſſerdunſt in der Luft nicht aufgelöſet werde, ſucht Dalton auf folgende Art darzuthun. Wenn man nur erwäge, daß die Oberfläche des Waſſers einem Drucke, welcher 30 Zoll Queckſilber gleich ſey, ausgeſetzet wäre, und daß außer dieſem Drucke eine merkliche Verwandtſchaft unter den Theilchen des Waſſers

ſelbſt ſtatt finde; wie könne wohl die unmerkliche Verwandtſchaft der Atmoſphäre zum Waſſer dieſe beyden Kräfte überwinden? Nach dieſer Vorausſetzung ſey ihm dies ganz unerklärlich; und doch ſey ihre Hauptabſicht, eben dieſe Erſcheinung zu erklären.

Wenn ferner ein Theilchen Luft ſich ein Theilchen Waſſer angeeignet habe, was für ein Grund könne angegeben werden, warum ein höher liegendes Theilchen Luft einem tiefer liegenden dieſe Eigenſchaften entziehen könne, wenn jedes Theilchen dies Vermögen beſitze?

Löſe man Kochſalz im Waſſer auf und ſetze der Auflöſung etwas Salzſäure hinzu, ſo könne man unmöglich behaupten, daß die neu hinzugekommene Säure die ſchon mit dem Natrum verbundene aus der Stelle verdrängt habe, und daß beym Verdunſten das Salz nicht mit der identiſchen Säure, welche mit ihm verbunden war, erhalten werde? oder wenn Sauerſtoffgas mit Waſſer geſperrt werde. Berechtige uns irgend ein Grund zu der Annahme, daß der Waſſerſtoff des Waſſers beſtändig ſeinen Sauerſtoff an die Luft abgeben und dafür eine gleiche Menge davon aus derſelben in ſich nehmen werde? Vielleicht antworte man hierauf, daß im Falle der Auflöſung der Luft durch Waſſer, es nicht auf die Wirkung einer Maſſe von Theilchen auf eine andere Maſſe von Theilchen ankomme; und daß die vereinte Wirkung aller in der Atmoſphäre enthaltenen Atome auf das Waſſer diejenige Kraft ſey, welche ein Theilchen in die Höhe hebt. Da aber alle dieſe Kräfte wechſelſeitig ſind, ſo muß das Waſſer eine gleiche Wirkung auf die Luft haben, und dann müßte eine über Waſſer befindliche Atmoſphäre mit einer größeren Gewalt, als ihr Gewicht beträgt, niederwärts drücken, welchem die Erfahrung widerſpricht.

Werden zwey Maaß Waſſerſtoffgas und ein Maaß Sauerſtoffgas mit einander vermiſcht, und durch den elektriſchen Funken entzündet, ſo wird das Ganze in Waſſerdunſt verwandelt, und wenn der Druck groß iſt, ſo wird dieſer Dunſt Waſſer. Es ſey demnach ſehr

wahrſcheinlich, daß dieſelbe Anzahl von Theilchen in zwey Maaß Waſſerſtoffgas enthalten ſey, welche ſich in einem Maaß Sauerſtoffgas befinden. Nehme man nun an, daß drey Maaß Waſſerſtoffgas mit einem Maaß Sauerſtoffgas vermiſcht werden, und daß dieſe ſchwache Verwandtſchaft wie gewöhnlich wirke, wie werde die Vereinigung hervorgebracht? Dem Grundſatze der gleichförmigen Vertheilung gemäß müſſe jeder Atom Sauerſtoffgas ſich mit anderthalb Atomen Waſſerſtoffgas verbunden haben. Dies ſey aber unmöglich. Eine Hälfte der Atomen des Sauerſtoffgas müſſe ſich demnach mit dem Waſſerſtoffgas ſo verbunden haben, daß jeder Atom des erſtern ſich zwey Atome des letztern angeeignet habe, die andere Hälfte aber ſo, daß an jeden Atom Sauerſtoffgas ein Atom Waſſerſtoffgas getreten ſey. Die erſtere dieſer Verbindungen müßte aber nothwendig leichter ſeyn als letztere, und demnach den obern Theil der Auflöſung einnehmen; es ſey jedoch nichts dieſem ähnliches bey irgend einer Gelegenheit bemerket worden.

Uebrigens bemerket Herr Dalton, daß er noch ungleich Mehreres anführen könne, um die Ungereimtheit der Meinung zu zeigen, daß ein Gas in dem andern aufgelöſet werde, und um darzuthun, daß dieſe Vorſtellungsart völlig unzureichend ſey, irgend eine der ſich darbietenden Erſcheinungen zu erklären.

Was nun den letzten Einwurf gegen Dalton's Theorie betrifft, daß nämlich eine beträchtliche Zeitdauer erfordert werde, wenn ſich zwey Gasarten gleichartig durch einander verbreiten ſollen, ſo glaubt Dalton dieſen auf folgende Art zu entfernen. Er ſagt, dieſe Zeitdauer müſſe man dem Widerſtande zuſchreiben, welchen ein Medium der Bewegung eines Körpers entgegenſetze; es hänge nämlich dieſer Widerſtand von der Oberfläche dieſes Körpers ab, und ſey, alle übrige Umſtände gleich geſetzt, größer, ſo wie die Oberfläche größer ſey. Eine Bleykugel von einem Zoll im Durchmeſſer erleide bey ihrem Falle durch die Luft von dieſer einen Widerſtand; aber dieſelbe

Kugel, welche in tauſend kleinere, von welchen jede ein Zehntel Zoll im Durchmeſſer hielte, verwandelt würde, welche mit derſelben Geſchwindigkeit fielen, würde einen zehnmal ſo großen Widerſtand als vorher erfahren: indem die Gewalt der Schwere zunehme, wie die Würfel der Durchmeſſer irgend eines Theilchens und der Widerſtand nur wie die Quadrate der Durchmeſſer. Man erſehe hieraus, daß, um den Widerſtand der ſich in einem Medium bewegenden Theilchen zu vermehren, man nur nöthig habe, dieſelben zu theilen, und daß der Widerſtand ein Maximum ſeyn werde, wenn die Theilung ein Maximum ſey. Wir dürften uns demnach nur Bleytheilchen durch die Luft mit ihrem eigenen Gewichte fallend denken, ſo gebe uns dies ein Bild von dem Widerſtande, den ein Gas, welches in ein anderes einzudringen bemüht ſey, antreffe, nur müſſe man ſich die Theilchen des Bleyes unendlich klein vorſtellen. Hier werde ein ſehr ſtarker Widerſtand ſtatt finden, und keiner werde doch, wie er glaube, behaupten wollen, daß die Luft und das Bley wechſelſeitig elaſtiſch ſeyn.

Zuletzt bemerket Herr Dalton noch, daß in Anſehung des Waſſerdunſtes noch immer eine Schwierigkeit zurückbleibe, welche durch keine Abänderung der Anſicht des Gegenſtandes gänzlich entfernet werde; ungeachtet der Waſſerdunſt jeder Vorausſetzung zu Folge, ſo fern die Temperatur es geſtatte, in der Atmoſphäre zugegen ſeyn könne, indem er keinem ſtärkern Drucke als dem, welcher von ſeinen eigenen Theilchen ganz ſo, als wenn alle anderen entfernt wären, hervorgebracht werde, ausgeſetzt ſey; ſo laſſe ſich doch fragen, wie er ſich von der Oberfläche des Waſſers, welche dem Drucke der Atmoſphäre ausgeſetzet ſey, erheben könne? Wie könne Waſſerdunſt, welcher mit einer nur einem halben Zoll Queckſilber gleichen elaſtiſchen Kraft aufſteige, ſich von dem Waſſer losmachen, da er ein Gewicht von 30 Zoll Queckſilber zu überwinden habe, das ſich ſeinem Aufſteigen entgegenſetze.

Digitized by Google

Dieſe Schwierigkeiten finden beynahe in gleichem Grade in allen Theorien über die Auflöſung des Waſſers in der Luft ſtatt, ſie ſind demnach für jeden von Bedeutung, welche Hypotheſe er auch annehmen möge, um dieſelben zu entfernen. Durch chemiſche Auflöſung würden ſie ſehr ſchlecht erkläret; denn die Verwandtſchaft der Luft zum Waſſerdunſte werde ſtets als ſchwach beſchrieben, und dennoch ſolle ſie hinreichend ſeyn, den Druck einer mächtigen Kraft, welche dem Gewichte der Atmoſphäre gleich iſt, zu überwinden.

Dalton's Theorie über die Verdunſtung nahm auch Luc. Howard *) an, und gründete darauf eine Theorie der Wolken. M. ſ. den Art. Wolken. Howard hat über die Verdünſtung des Waſſers unter 212° Fahr. bey allen Temperaturen ſehr viele Verſuche angeſtellt, wovon die Reſultate einiger merkwürdigen Punkte folgende ſind:

Die Verdünſtung des Waſſers bey 180° betrug von 18 bis 22 Gran auf die Minute, oder ungefähr die Hälfte von 212°; bey 164° ungefähr $\frac{1}{3}$ der Menge des Siedepunktes, oder von 16 zu 16 Gran auf die Minute; bey 152° nur $\frac{1}{4}$ des Siedepunktes, oder von 8 zu 12 Grad nach Umſtänden; die Temperatur von 144° giebt $\frac{1}{5}$ des Siedepunktes, 138° gab $\frac{1}{6}$ u. ſ. f.

Zugleich fand er auch, daß die Gewalt des in einer gegebenen Zeit verdunſteten Waſſers mit der Gewalt der Dünſte in demſelben Verhältniſſe ſich befinde, und daß ſie daher in allen Stücken genau mit der Thermometerſkale zuſammenſtimmten. So iſt die Gewalt des Waſſers bey 212°, 180°, 164°, 152°, 144° und 138° reſpective gleich 30″, 15″, 10″, $7\frac{1}{2}$″, 6″ und 5″ des Queckſilbers, und die Grane des in einer Minute bey dieſen Graden der Temperatur verdunſteten Waſſers waren ebenfalls 30, 15, 10, $7\frac{1}{2}$, 6 und 5, oder dieſen pro-

*) *Tilloch's* Philoſoph. Magazin. N. 62. Thomas Forſter's Unterſuchung über die Wolken und andere Erſcheinungen in der Atmoſphäre a. d. Engl. Leipz. 1819. 8.

portionirt. Die Atmoſphäre, könnte es ſcheinen, verhindert die Verflüchtigung der Dünſte, welche ſonſt ſogleich, wie im luftleeren Raume, erfolgen würde; aber dies Hinderniß verſchwindet im Verhältniſſe zu der Gewalt der Dünſte. Doch kann dies Hinderniß nicht von der Schwere der Atmoſphäre herkommen, wie man bisher glaubte: denn dieſe würde das Aufſteigen der Dünſte unter 212° mächtig verhindern; ſondern es entſteht von der Trägheitskraft der Lufttheilchen, und gleicht dem, was mit einem Waſſerſtrome vorgeht, der zwiſchen Kieſeln herabfällt.

Da er auf dieſe Art die Theorie der Ausdünſtung durch Verſuche in höhern Temperaturen dargelegt hatte, ſo fand er, daß, wenn ſie durch Verſuche in niedrigern Temperaturen bewieſen werden ſollte, man auf die Gewalt der dann wirklich in der Atmoſphäre vorhandenen Dünſte Rückſicht nehmen müſſe. Wäre z. B. das Waſſer 59°, ſo iſt die Gewalt der Dünſte bey dieſer Temperatur $\frac{1}{60}$ von der Gewalt von 212°, und man könnte erwarten, die Menge der Verdunſtung werde auch $\frac{1}{60}$ ſeyn; ſollte aber, wie dies zuweilen im Sommer der Fall iſt, eine wäſſerichte Atmoſphäre bereits dieſe Höhe erreichet haben, ſo würde die Verdunſtung ſtatt $\frac{1}{60}$ des Siedepunktes gar nicht vorhanden ſeyn. Wäre im Gegentheil die wäſſerichte Atmoſphäre geringer, und 39° Hitze gleich, ſo würde die wirkliche Gewalt der Verdunſtung $\frac{1}{120}$ des Siedepunktes betragen; kurz die Gewalt der Verdunſtung muß im Allgemeinen der Temperatur des Waſſers, die durch den ſchon in der Atmoſphäre vorhandenen Grad derſelben vermindert worden iſt, gleich ſeyn. Um die Gewalt der wäſſerichten Atmoſphäre zu beſtimmen, bediente er ſich eines langen cylindriſchen auswendig trocknen Glaſes, welches er mit friſchem Brunnenwaſſer füllte; ſobald ſich der Thau außen anlegte, goß er das Waſſer aus, ließ es eine Zeitlang ſtehen, daß es ſich erwärme, trocknete die Auſſenſeite des Glaſes mit einem leinenen Tuche wohl ab, und goß das Waſſer wieder hinein; dies Verfahren wurde fortgeſetzet, bis ſich kein Thau mehr bildete, und dann

mußte man die Temperatur des Waſſers und auf der gegenüberſtehenden Seite der Tabelle die Gewalt der Dünſte in der Atmoſphäre bemerken. Dieſes mußte in freyer Luft, oder an einem Fenſter geſchehen, weil die innere Luft gemeiniglich feuchter iſt, als die äußere. Brunnenwaſſer hat meiſtentheils gegen 50°, und entſpricht am meiſten den drey heißeſten Monaten des Jahres; zu andern Jahreszeiten wird eine künſtliche Kälte erfordert. Glas und alle andere Subſtanzen geben, wenn ſie einen zu geringen Grad von Kälte haben, als daß die ſie umgebenden wäſſerichten Dünſte darin ſchwebend erhalten werden könnten, Anlaß, daß dieſe auf der Oberfläche derſelben ſich zu Waſſer verdichten. Der Kältegrad iſt gewöhnlich von 1 zu 10 unter dem kleinſten Wärmegrade in 24 Stunden; im Sommer hat er oft die Höhe von 58° oder 59° geſehen, welche der Gewalt ½ Zoll des Queckſilbers gleich iſt; ein oder zweymal ſahe er ſie von 62°; bey veränderlichem und windigem Wetter iſt ſie beträchtlich ſchwankend.

Um Verdunſtungen in atmoſphäriſchen Temperaturen zu beobachten, verſchaffte er ſich zwey leichte zinnerne Gefäße, eins von 6 Zollen im Durchmeſſer und ½ Zoll tief das andere von 8 Zollen im Durchmeſſer und ¾ Zoll tief, und hieng ſie im Gleichgewichte auf. Wenn man zur Prüfung der Theorie einen Verſuch anſtellte, goß man in eines davon eine Menge Waſſer, und wog das Ganze bis zu einem Gran; dann ſetzte man es in einem offenen Fenſter, oder wo ſonſt die Luft durchſtreichen konnte, 10 bis 11 Minuten der freyen Luft aus, und wog es nachmals, um zu erfahren, wie viel durch Verdunſtung verloren gegangen ſey; zugleich bemerkte man die Temperatur des Waſſers, mittelte wie vorher die Gewalt der wäſſerichten Atmoſphäre aus, und zeichnete die Stärke des Luftzuges auf. Von einer großen Mannigfaltigkeit von ſowohl im Winter als im Sommer, und wenn die Verdunſtung ſtark und ſchwach war, angeſtellten Verſuchen, hatte er die Reſultate völlig mit der Theorie übereinſtimmend gefunden. Die nämliche Menge verdunſtete mit

der nämlichen ſo beſtimmten Gewalt der Verdunſtung, die Temperatur mochte ſeyn welche ſie wolle, ſo viel man beurtheilen konnte; aber bey der nämlichen Gewalt der Ausdünſtung verdoppelte ein heftiger Wind die Wirkung, die in einer ruhigen Atmoſphäre ſtatt hatte. Wenn z. B. die wäſſerichte Atmoſphäre eine Temperatur von 40° und die Luft von 60° hat, ſo iſt die Verdunſtung eben ſo, als ob die Temperatur der wäſſerichten Atmoſphäre 60° und der Luft 72° wäre, und bey ruhigem Wetter beträgt die Verdunſtung aus einem Gefäße von 6 Zollen im Durchmeſſer unter dieſen Umſtänden $\frac{1}{9}$ Gran in einer Minute, und ungefähr $\frac{1}{8}$ Gran in einer Minute bey ſehr ſtarkem Winde; wobey die verſchiedenen Zwiſchenquantitäten durch die Stärke des Windes beſtimmt werden.

Nach Howard ſind alſo bey der Ausdünſtung folgende Umſtände wohl zu berückſichtigen:

1. Durch den Ausdünſtungsprozeß, welcher als eine unmittelbare Verbindung des Waſſers mit Wärmeſtoff betrachtet wird, wird Waſſerdampf entwickelt.

2. Die Entwickelung der Waſſerdämpfe wird durch folgende Umſtände beſtimmt:

a. durch die Temperatur des verdunſtenden Waſſers, wenn ſie um ſo viel größer iſt, als dieſes höher ſteht, und umgekehrt;

b. durch die größere oder kleinere dem Verdunſten ausgeſetzte Oberfläche; da in gewöhnlichen Fällen die Dünſte nur von der Oberfläche der Maſſe entweichen können, ſo ſteht ihre Entwickelung mit dieſer im richtigen Verhältniſſe.

c. durch die Menge der ſchon in der Atmoſphäre befindlichen Dünſte, indem bey gleicher Temperatur und Oberfläche die Verdunſtung in dem Maaße ſich verringert, als die Menge der ſchon vorhandenen Dünſte größer iſt, und umgekehrt.

3. Die ſolchergeſtalt in die Atmoſphäre getriebenen Dünſte ſind fähig vermöge ihrer eigenen Elaſticität ſich

Digitized by Google

darin zu zerſtreuen, welche beym ruhigen Wetter zum Auſſteigen bis zu einiger Höhe hinlänglich iſt. Wie nun in dieſem Falle die Trägheit der Lufttheilchen ihrer Zerſtreuung beträchtlichen Widerſtand leiſtet; ſo müſſen im Gegentheil bey einem ungeſtümen Luftzuge die Dünſte nach der nämlichen Regel einiger Maaßen mit der Maſſe, worein ſie dringen, längshin gezogen werden.

4. Die Menge von Dünſten, welche bey gleichem Drucke in einer gegebenen Maſſe von Luft aufbehalten werden kann, iſt um ſo viel größer, als die gemeine Temperatur höher iſt, und umgekehrt.

5. Wäſſerichte Dünſte ſind die einzigen in der Atmoſphäre befindlichen Subſtanzen, welche ſehr merklichen Veränderungen in Anſehung ihrer Menge unterworfen ſind. Dieſe Veränderungen rühren davon her, weil ihre Fähigkeit, den Wärmeſtoff anzuziehen, geringer iſt, als bey allen übrigen. Wenn daher ein kalter Körper in die Atmoſphäre gebracht wird, ſo werden alle übrige dieſelbe ausmachenden Gasarten dadurch nur erkältet, und dies in allen bekannten Temperaturen; aber wenn die Dünſte mehr oder weniger erkältet worden ſind, beginnt ihre Zerſetzung, indem ihr Wärmeſtoff in den Körper eindringt, indeſſen das Waſſer auf der Oberfläche zurückbleibt.

Dalton's Hypotheſe über die gemiſchten Gasarten fand einen vorzüglichen Gegner an Hrn. Prof. Tralles *). Zuerſt läugnet er die Behauptung des Herrn Dalton, daß nämlich die eine elaſtiſche Materie ihren Raum durch eine andere elaſtiſche Materie mittelſt ihrer Elaſticität einnimmt, und hält die zweyte Vorausſetzung, daß jede elaſtiſche Materie für ſich beſteht, als ob die andere nicht wäre, für unmöglich. Wenn vorausgeſetzt wird, daß die Vereinigung zweyer elaſtiſcher flüſſiger Materien durch wirkliche Affinität erfolget, ſo würde nothwendig eine

*) Ueber die Frage: ob der Waſſerdampf in der Luft aufgelöſet iſt, oder nicht? und über die Verbreitung einer elaſtiſchen Materie durch eine andere, in Gilbert's Annalen. B. XXVII. S. 432. u. f.

Auflöſung ſtatt finden, und in dieſem Falle muß ſich auch über lang oder kurz eine Homogeneität einſtellen; iſt hingegen keine Affinität vorhanden, ſo iſt die Vereinigung zu einem homogenen Ganzen nicht unumgänglich nothwendig. Setzt man alſo Verwandtſchaft bey Seite, ſo bleibt es unentſchieden, ob der Waſſerdampf in der Luft aufgelöſet ſey, oder nicht; ſicher kann man aber doch annehmen, daß der Waſſerdampf durch die Luft bis ins Unendliche verbreitet, und mithin mit derſelben in einem Raume eben ſo vertheilet iſt, wie zwei Luftarten durch einander ins Unendliche vertheilt in einem Raume ſeyn können, indem die atmoſphäriſche Luft eben ſo viel Waſſerdampf aufnehmen und in ſich vertheilen kann, als ein gleich großer leerer Raum. Sollte ſich alſo wohl der Waſſerdampf und die atmosſphäriſche Luft ſo innig mit einander verbinden, ohne irgend eine Affinität? Es iſt allerdings ohne Widerſpruch gedenkbar, daß der Waſſerdampf einzig und allein von der Temperatur im lufterfüllten, wie im leeren Raume gleich beſtimmt werde, indem die Erfahrung in dieſer Sache noch nicht mit Beſtimmtheit entſchieden hat. Da aber keiner auch noch ſo kleine Raum in der atmoſphäriſchen Luft ſich gedenken läßt, der nicht auch Waſſerdunſt enthielte, ſo kann man doch gewiß fragen, auf welche Art erfolgt eine ſolche Verbindung der beyden elaſtiſchen Materien, des Waſſerdunſtes und der atmoſphäriſchen Luft? Durch die Elaſticität allein kann eine ſolche Verbreitung der Lufttheile und Dunſttheile unter einander unmöglich erfolgen, ſo lange keine andere Urſache als Elaſticität wirkſam iſt. Selbſt Dalton's eigene Erfahrungen geben dies deutlich zu erkennen. Denn wie lange Zeit wird erfordert, bevor die Vermiſchung ſtatt hat. Wäre ein Gas in Beziehung auf ein anderes, leerer Raum: ſo würde die wechſelſeitig gegen einander wirkende kräftige Elaſticität ſie im Augenblick vermengen. Dalton's Vorſtellung, daß die eine durch die andere, wie Waſſer zwiſchen Kieſeln, rieſele, kann unmöglich genügen. Man bedenke, daß der Druck

einer 60 Fuß hohen Waſſerſäule anfänglich hier die durchdringende Kraft, und zwar eine beſchleunigende Kraft iſt, indem die Partikeln, welche ſchon eine Bewegung angefangen haben, ſich, vermöge der Fortdauer des Drucks, immer von den entgegengeſetzt bewegten entfernen. Die beobachtete Langſamkeit des Hinübergehens von einem Raume in den andern, zeigt hingegen deutlich, daß hier nur eine Art Flächenkraft wirkſam iſt. Zu dieſer geſellt ſich eine andere: die Mittheilung der Bewegung, welcher zu Folge kein Theil einer Luftart A ſich bewegen kann, ohne einen Theil der Luftart B, welcher an ihm liegt, mitzunehmen. Endlich muß man auch bedenken, daß die elaſtiſchen Flüſſigkeiten offenbar in den vortheilhafteſten Bedingungen der Vermengung ſtehen, und es phyſiſch unmöglich iſt, Bewegungen an ihrer Berührungsfläche zu verhindern. Man wird ſich aber nicht vorſtellen dürfen, die eine Gasart erhebe ſich in regulärer Fläche und ſinke in ihrer vorigen Geſtalt zurück. Es kann daher die Vermengung der verſchiedenen elaſtiſchen Materien durch bloße Elaſticität ohne andere Urſachen nicht vor ſich gehen.

Was Dalton's Vorausſetzung betrifft, daß eine jede von zwey in einander gemengten luftförmigen Stoffen für ſich den Raum erfülle, und für ſich unabgeſehen auf die andere gravitire, ſo nimmt er dadurch zugleich an, daß in unſerer Atmoſphäre das Stickſtoffgas ſowohl, als auch das Sauerſtoffgas, jedes für ſich eine eigene Atmoſphäre bilde. Da nun die Dichte der letztern nach einem ſchnellern Verhältniſſe, als die Dichte der erſtern abnehmen muß, ſo ſetzt Dalton offenbar voraus, in beträchtlichen Höhen ſey verhältnißmäßig weniger Sauerſtoff in der Atmoſphäre enthalten, als in der niedrigen Region. Allein nicht bloß die Reſultate eudiometriſcher Verſuche, ſondern auch die Theorie der Höhenmeſſung mit dem Barometer ſind der Dalton'ſchen Hypotheſe der Mengung elaſtiſcher Stoffe entgegen. Herr Gay-Luſſac hat in einer Höhe von 6600 Mètres ungefähr die Luft von eben dem Sauerſtoffgas-Gehalt gefunden, als an der Erd-

oberfläche. Seine Vergleichung von beyden verſtattet nicht, den möglichen Fehler der Beobachtung in dieſer Vergleichung höher als 0,001 zu ſetzen. Hiemit ſtimmt auch die Behauptung überein, welche der Herr v. Humboldt in der Abhandlung über die Eudiometrie aufſtellt. M. ſ. Eudiometer. Nach Dalton's Hypotheſe iſt aber die Verſchiedenheit der Luftgüte nahe an der Erde und in der Höhe von 6600 Mètres zwanzigmal größer, als diejenige Verſchiedenheit, welche noch beobachtet werden kann. Alſo entſcheidet die Erfahrung deutlich genug gegen Dalton's Hypotheſe.

Dieſe Bemerkungen des Herrn Prof. Tralles ſind allerdings wichtig und entkräften Dalton's Hypotheſe. Allein gleichwohl bleibt noch manches bey dem Ausdünſtungsprozeß räthſelhaft und unerklärbar. Es iſt wohl gewiß, daß die atmoſphäriſche Luft eine Anziehung auf den Waſſerdunſt ausübt, obgleich derſelbe gegen die Luft gleichgültig zu ſeyn ſcheinet, weil bey gleicher Temperatur und gleichem Volumen eine eben ſo große Menge elaſtiſcher Dampf im luftleeren Raume, wie im luftvollen, ſeyn kann. Es dünkt mir, daß bey dieſem wichtigen Geſchäfte der Ausdünſtung, wie bey der Auflöſung, eine doppelte Miſchung des Dampfes mit der Luft unterſchieden werden müſſe. Bey der erſten Art verbinden ſich zwar Waſſerdampf und Luſt mit einander, ſo daß beyde bis auf die kleinſten erkennbaren Theile des Raumes, welchen ſie erfüllen, mit einander vereinigt erſcheinen, aber gleichwohl das ganze Gemiſch die ſpecifiſchen Eigenſchaften ſowohl des einen als der andern, nur in inniger Verbindung, an ſich trägt. Dieſe Art von Verbindung iſt eben die, welche Lavoiſier Löſung nannte. Das Feuchtwerden jedes kalten Körpers in einer wärmern Luft, und überhaupt die ſchnelle Zerſetzung der Waſſerdämpfe durch eintretende Kälte macht eine ſolche Verbindung der Luft mit dem Waſſerdampfe höchſt wahrſcheinlich. Indeſſen geben aber auch andere Lufterſcheinungen Gründe genug zur Annahme, daß ſelbſt ein Theil aufgeſtiegener Waſſerdunſt

von der Luft wirklich aufgelöſet, oder ſelbſt in wahre Luft umgeändert werde. Folgende Thatſache läßt beynahe daran nicht zweifeln. Es hatte nämlich der Herr Prof. Robertſon in einer am 11ten Aug. 1802 unternommenen Luftfahrt zu Hamburg eine Flaſche mit Queckſilber mitgenommen, daſſelbe in einer Höhe von ungefähr 8500 Fuß ausgeleeret, und daſelbſt befindliche Luft aufgefangen. Dieſe Luft hatten die Herren Pfaff und Schmeiſſer gemeinſchaftlich unterſuchet. Nachdem ſie dieſe Flaſche unter Waſſer durch ein am Halſe eingefeiltes Loch geöffnet hatten, ſo drang ſo viel Waſſer hinein, daß gerade $\frac{1}{3}$ ihres Raumes damit angefüllet wurde. Vorher hatte man dieſe Flaſche durch Eis ſo weit abgekühlet, als ihre Temperatur oben in der Luft geweſen war, nämlich bis auf 1° unter Null. Bey dieſer Zuſammenziehung zeigte ſich nicht die geringſte abgeſonderte Feuchtigkeit, auch nicht bey vermehrtem Drucke. Hiernach ſcheint alſo die obere Luft gar keine Dünſte mehr zu enthalten, und die von der Erde aufgeſtiegenen Dünſte ſcheinen ſich wirklich in wahre Luft aufzulöſen. Bey der Prüfung eines Theiles dieſer Luft in Rückſicht des Sauerſtoffgehalts ergab ſich, daß ſie unter gleichem Drucke und Wärmegrade 2 Procent weniger an Lebensluft enthielt, als die untere, und die von Sauerſtoffgas befreyte Luftportion enthielt weder Waſſerſtoff- noch kohlenſaures Gas, ſondern war reines Stickgas. Auch durch hygroſkopiſche Subſtanzen ließ ſich keine merkliche Feuchtigkeit aus dieſer Luft abſondern *). Schwerlich laſſen ſich auch alle wäſſerige Meteore erklären, wenn man nicht vorausſetzet, daß ein großer Theil des Waſſerdampfes in wirkliche Luft in der Atmoſphäre umgeändert, und aus dieſer umgekehrt wieder zu Waſſer niedergeſchlagen wird. Die wirkenden Urſachen, welche bey allen dieſen wichtigen Prozeſſen in der Atmoſphäre vorgehen, ſind uns bey weitem noch nicht bekannt genug. M. ſ. Hagel, Regen, Wolken.

*) Voigt's Magazin. B. VI. S. 224.

Digitized by Google

M. ſ. John Dalton's Syſtem des chemiſchen Theils der Naturwiſſenſchaften aus dem Engl. überſ. von Friedr. Wolff. Berlin, 1812. 8. Erſter Band. S. 164. ff. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XII. XIII. XIV. XV. XVI. XXI. XXVII. Fiſcher's Darſtellung und Kritik der Verdunſtungslehre nach den neueſten beſonders Dalton'ſchen Verſuchen. Berlin, 1810.

Ausflüſſe (Zuſ. z. S. 50. Th. VI.). Herr Carradori *) hat die Verſuche der Herren Prevoſt und Venturi vielfältig wiederholet, und behauptet, daß ſie alle die Richtigkeit ſeiner Meinung nur noch beſſer begründen. Er glaubte nämlich bewieſen zu haben (m. ſ. d. Art. Adhäſion), daß alle fette und ätheriſche Oehle, alle Harze und der Kampher ſich auf dem Waſſer vermöge der Anziehung bewegen, und durch die ſie ſo lange gezwungen werden, ſich über die Waſſerfläche zu verbreiten, bis die reſpektive Anziehung einer beſtimmten Fläche damit gänzlich geſättiget iſt, und daß einige öhligte Körper eine größere Anziehung zum Waſſer haben, als andere. Gerade dies, meint er, beſtätigen die neuen Beobachtungen Prevoſt's und Venturi's.

1. Wenn man ein Stückchen Kampher auf einen mit Waſſer befeuchteten Teller legt, ſo treibt er augenblicklich das Waſſer rings umher zurück. Herr Carradori behauptet, daß dieſe Erſcheinung keinesweges, wie Prevoſt meine, eine Wirkung der Atmoſphäre von riechenden Ausflüſſen ſey, welche mit Gewalt aus dem Kampher hervordringen, und auf alles, worauf ſie treffen, durch Stoß wirken. Der wahre Grund ſey, wie ſchon Venturi bemerket habe, daß das Oehl des Kamphers ſo gut, wie alle übrige Oehle, mehr Anziehung als das Waſſer zur Fläche des Tellers habe. Dies ſucht Carradori durch folgenden Verſuch außer Zweifel zu ſetzen: man bringe einen Tropfen fetten Oehls auf den Boden eines Glaſes oder eines flachen glaſirten Gefäßes, und

*) Annales de chymie. To. XXVII. p. 38–56.

tröpfele daneben in einiger Entfernung etwas Waſſer. Dieſes fließt wie ein kleiner Strom auf das Oehl zu, allein der Stoß des Waſſers vermag nicht das Oehl aus der Stelle zu treiben. Das Waſſer fließt über dem Oehle fort, welches am Boden des Gefäßes feſt klebt.

2. Wenn man ein kleines Stückchen Kampher auf einen Teller befeſtiget, und ſo viel Waſſer darauf gießet, daß es ein wenig über den Kampher hinaufſteht, ſo bildet ſich um den Kampher ein kleiner koniſcher Trichter und die Spitze des Kamphers bleibt unbedeckt. Hr. Prevoſt ſieht dies wiederum als einen Beweis riechender Ausflüſſe an, welche das Waſſer ringsum zurückſtoßen. Venturi hingegen ſieht es als Wirkung einer öhlichten Flüſſigkeit an, welche von dem Kampher ausgeht, und die Adhäſion des Waſſers mit dem Kampherſtücke und die Cohäſion des Waſſers unter ſich aufhebt. Hr Carradori verwirft beyde Erklärungen; denn er ſagt, dieſe Erſcheinung finde nicht allein beym Kampher ſtatt: ſondern auch, wenn man ein Stückchen Wachs oder recht harte weiße Seife nimmt: alſo Körper, welche weder riechende Ausflüſſe, noch ein flüchtiges Oehl beſitzen, und der Wärme bedürfen, um flüſſig zu werden. Zuverläſſig beruhe die Erſcheinung auf dem Mangel an Cohäſion zwiſchen den öhlichten und fetten Körpern mit dem Waſſer. Die Oehle beſäßen zwar Adhäſion mit dem Waſſer, aber eben ſo wenig Cohäſion als Verwandtſchaft mit demſelben. Das übrige Waſſer ziehe daher durch ſeine Cohäſion das Waſſer rings umher von einer Stelle zurück, wo die Cohäſion deſſelben aufgehoben ſey, und ſo entſtehe die Leere über dem Kampher.

3. Herr Prevoſt ſagt, daß kleine Kampherſtückchen, welche auf Gold- oder Silberblättchen auf dem Waſſer ſchwimmen, mit dieſen auf dem Waſſer in Bewegung kommen. Allein Herr Carradori führet an, daß dieſe Bewegung nicht anders erfolge, als wenn der Kampher oder die Oehltheilchen das Waſſer unmittelbar berühre. Er brachte Tropfen der flüchtigſten Oehle auf Goldblätt-

chen, die auf Waſſer ſchwammen, und es erfolgte nicht die geringſte Bewegung. Eben daſſelbe habe auch Venturi an einem Stückchen brennenden Kampher, welchen er auf Kork ſchwimmen ließ, bemerket; nur wenn es das Waſſer berührte, ſetzte es das ſchwimmende Blättchen in eine ſchnelle Bewegung. Hieraus ſchließt Herr Carradori, daß dieſe Bewegung nicht durch den Stoß flüchtiger Theile, welche aus dem Kampher ausſtrömen, ſondern durch die Wirkung des Waſſers hervorgebracht werde.

4. Die wahre Urſache der ſonderbaren Bewegungen des Kamphers auf dem Waſſer ſey die Expanſion eines Oehls, welches vom Waſſer durch die Kraft der Flächenanziehung angezogen werde. Ein Tropfen fetten oder flüchtigen Oehls, womit man das Waſſer berühre, während der Kampher darauf umher kreiſe, hemme ſeine Bewegung augenblicklich, wie Prevoſt und Venturi bemerkt hätten. Carradori erkläret dies daher, daß die Oehle von der Oberfläche des Waſſers ſtärker angezogen werden, als das Oehl des Kamphers; ſie verbreiten ſich daher über daſſelbe, bemächtigen ſich der Oberfläche des Waſſers, und heben die Anziehung deſſelben zum Oehle des Kamphers, und dadurch die Verbreitung deſſelben über die Oberfläche des Waſſers auf. Die Eigenſchaft, die Bewegung des Kamphers zu hemmen, komme eben ſo allem Mehle aus Getreidearten und Hülſenfrüchten und dem milchigen Safte der Wolfsmilch und anderer Pflanzen zu, die Körper hätten eine ſtarke Adhäſion zur Waſſerfläche, ohne öhlartiger Natur zu ſeyn. Daß übrigens Kampher, ſelbſt wenn man ihn durch Hitze flüſſig mache, zur Waſſerfläche weniger Anziehung habe, als die fetten und flüchtigen Oehle, zeigte ſich, als er geſchmolzenen Kampher auf heißes mit einer Oehlhaut bedecktes Waſſer tröpfelte; er vermochte nicht das Baumöhl zu vertreiben, noch weniger Mehl; und brennende Kampherſtückchen, welche auf dem Waſſer in Bewegung waren, blieben augenblicklich ſtehen, als die Waſſerfläche

mit Oehl berühret wurde. Auch zeige ſich in der That die Waſſerfläche wie mit einem weißen ſehr dünnen Firniß bedeckt, der unſtreitig von den Kampherdämpfen herrühre, die ſich auf dem Waſſer condenſiret hätten.

Auch Venturi erkläre dieſe Erſcheinung auf ähnliche Art, nur hierin irre er ſich, daß er zur Fortſetzung der Bewegung die Flüchtigkeit des Kamphers als weſentlich nothwendig halte. Die Bewegungen des Kamphers hiengen von zwey Urſachen ab: nämlich von der Verbreitung einer öhlichten Flüſſigkeit über die Waſſerfläche, und von der ſchnellen Verdunſtung derſelben. Die kreiſende Bewegung der Kampherſtückchen auf dem Waſſer werde nämlich nach und nach immer langſamer, weil die Anziehung der Waſſerfläche zum Oehle des Kamphers befriediget werde, indeſſen blieben doch die kleinen Kampherſtückchen, die ſich auf dem Waſſer in kleine Haufen vereinigen, noch immer in einer kleinen innern Bewegung, welche in der ſchnellen Verdunſtung des Kamphers ihren Grund habe.

Venturi hatte bemerkt, daß kleine Cylinder von Kampher, welche ſenkrecht im Waſſer, halb eingetaucht, ſchwammen, nach 24 Stunden horizontal in der Ebene der Waſſerfläche durchſchnitten waren. Alles, was hieraus folgt, ſagt Carradori, ſey, daß der Kampher gerade da, wo er die Waſſerfläche berühre, am ſtärkſten aufgelöſet werde; und dadurch werde ſeine Erklärung vortrefflich beſtätiget, daß nämlich der Kampher ein Oehl enthalte, das ſich über die Waſſerfläche verbreite, und eben dadurch ſtärker verdunſte. Die Luft wirke hierbey nicht chemiſch mit, wie Venturi zu glauben ſcheine, ſondern bloß dadurch, daß ſie die Verdunſtung des über die Waſſerfläche verbreiteten Kampheröhls befördere. Auch habe Prevoſt beobachtet, daß Kampher, der ſich in feuchter Luft oder unter Waſſer befinde, ſich nicht ſo ſchnell verzehre, als wenn er die Waſſerfläche berühre, ſchreibe aber dies fälſchlich einer Beförderung riechender Ausflüſſe durch das Waſſer zu.

Aus allen dieſen angeführten Thatſachen ſcheint dem Herrn Carradori unwiderleglich zu folgen, daß des Herrn Prevoſt's Verſuche keinesweges darthun, daß ſich rings um die riechenden Körper eine Atmoſphäre von ſo großer Expanſivkraft verbreite, daß Waſſer, welches dieſe Körper umgebe, von ihrer Atmoſphäre zurückgeſtoßen werde. Man ſchmeichele ſich daher fälſchlich, durch Mittel dieſer Art die Ausflüſſe riechender Körper dem Auge ſichtbar zu machen. Denn riechende Körper, welche nicht zugleich ein flüchtiges Oehl enthielten, trieben keinen auf dem Waſſer ſchwimmenden Körper zurück, und ſelbſt Kampher gerathe auf einer ſehr kleinen Waſſerfläche in keine kreiſende Bewegung, wie dies doch der Fall ſeyn müßte, wenn die riechenden Ausflüſſe, und nicht blos die Waſſerfläche, die Urſache dieſer Veränderung ſey.

Herr Prevoſt *) hat ſeine Meinung über die Urſache ſolcher Erſcheinungen durch mehrere Verſuche zu beſtätigen und Carradori's Bemerkungen zu wiederlegen geſucht. Folgende Verſuche ſchienen ſeine Meinung zu beſtätigen:

1. Er brachte auf einem Teller, der 3 bis 4 Linien hoch mit Waſſer bedeckt war, auf welchem kleine Stückchen Stanniols und Goldblättchen ſchwammen, 8 Linien über der Waſſerfläche eine kleine gläſerne Schaale. Als er in dieſe einige Tropfen Aether goß, kamen die Blättchen ſogleich in Bewegung, und gingen nach verſchiedenen Gegenden.

2. Befeuchtete er blos den Teller, ſtellte die Schaale tiefer, und goß wieder Aether hinein, ſo erſchienen faſt ſogleich auf der ganzen Oberfläche des Tellers kleine trockene Kreiſe mit einem Tropfen in der Mitte eines jeden. Dieſe Kreiſe vergrößerten und vereinigten ſich, und trieben das Waſſer nach dem Rande zu. Der ganze Boden war mit Tröpfchen bedeckt, welche hiehin und dorthin liefen, ſich bisweilen vereinigten, und bald platter, bald erhabener wurden. Die kleinen platteten ſich in der Nähe der

*) Annales de Chimie. Tom. XL. p. 1 – 58.

großen bedeutend ab, und floſſen zuletzt mit ihnen zuſammen. Endlich nach geraumer Zeit ſetzte ſich die ganze Flüſſigkeit wieder horizontal.

3. Er legte zwey Scheiben von verzinntem Bleche, 32 und 18 Linien im Durchmeſſer, am Gewicht zuſammen $3\frac{1}{2}$ Drachma, über einander auf Waſſer, und brachte auf die obere ein Tröpfchen Aether. Im erſten Augenblicke bewegten ſie ſich lebhaft, nach einigen Stunden ſchwächer, blieben aber lange in Bewegung. Herr **Prevoſt** wundert ſich, daß dem Herrn **Carradori** der einfache Verſuch mit einer Scheibe, welche auf dem Waſſer in Bewegung kommt, wenn ein Stück Kampher darauf geleget wird, nicht gelungen ſey; er habe ihn wohl tauſendmal, jedesmal mit glücklichem Erfolge angeſtellet.

Herr **Prevoſt** meinet, daß dieſe Verſuche unwiderſprechlich beweiſen, daß eine unſichtbare Flüſſigkeit den Erfolg in ihnen vermittelt; und dieſe Flüſſigkeit ſey wahrſcheinlich die, welche durch ihre Wirkung auf unſere Sinne die Empfindung hervorbringe, die wir Geruch nennen. Dieſe Flüſſigkeit werde durch die Wirkungen, welche ſie auf dem Waſſer hervorbringe, ſo zu ſagen, ſichtbar gemacht.

4. Bey ſehr trockner Luft goß Herr **Prevoſt** in eine porzellane Untertaſſe Queckſilber, welches ſehr ſorgfältig gereiniget und getrocknet war, und warf darauf kleine Stückchen Kampher. Sie geriethen in dieſelbe Bewegung als auf Waſſer, und da ſie das Queckſilber faſt nur berührten, ſo ſchien es, als ſprängen ſie auf dem Queckſilber umher. Der Kampher ſinke weder im Queckſilber, noch im Waſſer ſo tief ein, als es vermöge ſeines ſpecifiſchen Gewichtes geſchehen ſollte. Je trockener das Queckſilber war, deſto lebhafter war die Bewegung. Als er auf das Queckſilber hauchte, hörte die Bewegung auf, fieng aber wieder an, als dieſe Stelle trocken wurde. Oehl verbreitete ſich über Queckſilber eben ſo wie über Waſſer, und das geringſte Oehl oder Fett hemmte ſogleich die Bewegung des Kamphers. Hieraus folgert Herr

Prevoſt, daß zur Bewegung des Kamphers keinesweges Waſſer nöthig ſey.

5. Ferner legte Prevoſt ein ſehr dünnes und kleines Stückchen Glimmer auf Queckſilber, und darauf etwas Kampher; dieſer theilte jenem eine zwar langſame, aber merkbare Bewegung mit. Brauchte er ſtatt des Kamphers Aether, ſo gelang es beſſer. Benzorblumen, welche ſich vermöge des wenigen weſentlichen Oehls, das ſie noch enthalten, auf dem Waſſer umher kreiſen, bewegten ſich auf dem Queckſilber nur in ſehr kleinen Stückchen und kaum wahrnehmbar. Auf eine ähnliche Art verhielt es ſich mit recht reinem Muscus. Beyde wurden wie der Kampher in ihrer Bewegung gehemmt, wenn man auf das Queckſilber blies. Um das Stückchen Benzorblume ſahe man aber alsdann eine Art von Schein, durch das Verbreiten ihres Oehls bewirkt, während um den Kampher ſich nichts ähnliches zeigte.

Dies beweiſe, ſagt Prevoſt, daß aus dem Kampher kein Oehl hervorkomme, wie Carradori und Venturi meinten. Ueberhaupt habe er nie eine Spur von Kampheröhl gefunden, weder auf Waſſer, noch auf Queckſilber, ſo viel er ſich auch auf alle mögliche Art bemühet habe, ſolches zu entdecken. Das Queckſilber verlor nicht im mindeſten ſeinen Metallglanz, oder ſpiegelte ſchlechter, weder um kleine ſich bewegende Theilchen, noch um ſehr große Stücke.

6. Herr Prevoſt brachte auf eine recht reine Queckſilberfläche einen Tropfen Aether. Dieſer dehnte ſich ſchnell zu einer runden Scheibe von einigen Zollen im Durchmeſſer aus; bald kehrte er, obgleich viel langſamer, zurück, und bildete dann in einem halb oder nur ein Drittel ſo großem Theile eine Menge Tröpfchen, welche kaum wahrzunehmen waren, ausgenommen am Rande des Kreiſes, wo jedes Tröpfchen ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie breit war. Ihre Zahl nahm plötzlich beträchtlich ab, und ihre Größe in demſelben Verhältniſſe zu. Hierauf zerplatzten die Tropfen einer nach dem andern, und theilten ſich ſo aufs

neue in eine große Menge kleiner Tröpfchen, die rings umher geſchleudert wurden. Einige litten indeß dieſe letzte Veränderung nicht. Dann blieb alles, bis der Aether völlig verdunſtet war.

7. Herr Prevoſt brachte ähnliche Erſcheinungen auf einem befeuchteten Teller hervor ohne riechende, fettige, öhlichte oder flüchtige Subſtanzen. Er nahm nämlich kleine Stückchen feine genäßte und dann ausgerungene Leinwand, feines weißes durchnäßtes Papier in kleine Kugeln gemacht, und dergl. mehr, und legte ſie auf einen befeuchteten Teller; hier wurde das Waſſer auf dem Teller rings umher ein wenig zurückgetrieben. Aus allen dieſen ſcheint ihm zu folgen, daß man ein Fluidum annehmen müſſe, welches ſich in dem Augenblicke bildet oder entbindet, wenn das Waſſer dieſe Körper durchdringt, und ſich einigermaſſen mit ihnen vereiniget. Und dieſe beynahe mechaniſche Bewegungen glichen ziemlich den des Kamphers, und machten ſeine vormalige Erklärung ſehr wahrſcheinlich. Aller Unterſchied ſey blos dieſer, daß das Fluidum aus der Leinwand einen beträchtlichen Theil des Waſſers mit hinausziehe, indeß es aus dem Kampher, wenn es um ihn oder in ihm ſich bilde, nur eine ſehr geringe Menge Kampferhaltiges Waſſer mitnehme, weshalb der Kreis um den Kampher beynahe trocken ſcheine, bis auf ein Häutchen, das ſich durch Regenbogenfarben kenntlich mache. Und dieſes Häutchen ſey kein Oehl, wie Carradori und Venturi glaubten, ſondern Waſſer, höchſtens ein wenig Kampherhaltig, weshalb es auch keinen Geruch habe, wie man ſich leicht überzeugen könne, wenn man es mit dem Finger wegnehme. Ueberdem hatte Prevoſt ein Stück Kampher im Waſſer in einer gut zugeſtopften Flaſche mehrere Tage lang erhalten, welches mit einer ſehr beträchtlichen Menge ſichtbarer Blaſen umgeben war, und an Gewicht ſo zugenommen hatte, daß es im Waſſer zu Boden ſank, wo es jedoch nicht lange blieb, weil vermuthlich ſich neue Blaſen bildeten, und es hoben. Daß Kampher, der

auf dem Waſſer kreiſet, wenn man ihn durch einen Stoß auf den Boden hinunter treibt, im Augenblicke, wenn er wieder über die Oberfläche heraufſteigt, in eine viel ſchnellere Bewegung kommt, laſſe ſich ſchwerlich einer andern Urſache, als der angehäuften Flüſſigkeit zuſchreiben, die, wenn das Stück an die Luft komme, entweiche.

8. Herr Prevoſt wollte ſich überzeugen, ob wirklich Kampheröhl mit im Spiele ſey, von welchen Carradori und Venturi ſprechen, und that daher 4 bis 5 Gran Kampher in eine zu drey Viertel mit Waſſer gefüllte Flaſche, und ſetzte dieſe umgekehrt in ein Glas Waſſer. Nach 50 Tagen war aller Kampher verſchwunden, und das Waſſer des Glaſes, welches den Geruch deſſelben angenommen hatte, trieb das Waſſer auf einen befeuchteten Teller lebhaft zurück. Aber weder im Glaſe, noch in der Flaſche fand ſich das mindeſte, was einem Oehle glich. Auf ſolche Art läßt ſich mit der Zeit ſo viel Kampher, als man will, in demſelben Waſſer auflöſen, da, nach Maßgabe, als das Waſſer ſich damit ſättigt, die Luft, welche über der Waſſerfläche im Glaſe ſteht, ihn dem Waſſer wieder entzieht, obgleich auch die Luft fähig iſt, ſich mit ihm zu ſättigen, wie folgender Verſuch zeiget:

9. Herr Prevoſt hat in eine ähnliche aufrecht ſtehende Flaſche ein ziemlich großes Stück Kampher auf das Waſſer geworfen, die Flaſche aber mit einem Kork verſchloſſen. Sie wurde mehrmals ſtark geſchüttelt, und doch hatte ſie am Ende nur einen kleinen Theil Kampher aufgelöſet; die Bewegung dieſes Waſſers hörte in dieſer Flaſche nach einiger Zeit völlig auf, dagegen in der vorigen Nr. 8. nicht eher, als bis er vollkommen aufgelöſet war. Auch in dieſem Verſuche bildete ſich kein Oehl, wie im vorigen.

Der Verſuch Nr. 8. beweiſet, daß der Kampher nicht blos zur Oberfläche, ſondern zur ganzen Waſſermaſſe Verwandtſchaft hat. Daß aber der Kampher auf der Oberfläche des Waſſers viel ſchneller verſchwindet, als

Digitized by Google

wenn er ſich im Innern des Waſſers befindet, das ſchreibt Prevoſt nicht einer größern Verwandtſchaft deſſelben zur Oberfläche, als zur ganzen Waſſermaſſe, ſondern dem Umſtande zu, daß das elaſtiſche Fluidum, welches die Urſache der Bewegung des Kamphers auf dem Waſſer iſt, ſich im Waſſer weder bilden, noch entwickeln kann, ſich aber in der Luft und einem leeren Raume ſehr leicht auf Koſten des Kamphers und des Wärmeſtoffs der umgebenden Körper erzeuget, und daß dann das Waſſer dieſes Fluidum ſehr viel leichter, als Kampher in Maſſe auflöſet.

10. Herr Carradori behauptete, daß ſich der Kampher auf einer ſehr kleinen Fläche Waſſer nicht bewege. Allein Herr Prevoſt hält dies für einen Irrthum, und ſehe nicht ein, wie dies ſelbſt aus ſeinen Grundſätzen und aus ſeiner Erklärung folgen ſollte. Er ſucht hievon gerade das Gegentheil aus folgendem Verſuche darzuthun: nachdem er das Innere mehrerer ſehr engen Haarröhrchen ſorgfältig mit hindurchgezogenen Fäden gereiniget hatte, brachte er Stückchen Kampher hinein, die ſo klein waren, daß ſie ſich frey in ihnen bewegten; dann ſteckte er das eine Ende in Waſſer, das Waſſer ſtieg in die Höhe, und als es den Kampher erreichte, ſahe er mittelſt einer Loupe ihn ſich ſehr ſchnell bewegen in dieſem ſehr beſchränkten Raume.

Noch hat Herr Prevoſt eine Reihe von Verſuchen angeſtellet, welche beweiſen, daß faſt alle Flüſſigkeiten fähig ſind, eine die andere zurückzuſtoßen, oder von ihr zurückgeſtoßen zu werden.

Von	werden zurückgeſtoßen
Aether	Alkohol
Alkohol	weſentliches Pfeffermünzöhl
Pfeffermünzöhl	Bergamotöhl
Bergamotöhl	Origanumöhl
Origanumöhl	Saturenöhl
Saturenöhl	Mohnöhl, Baumöhl, Nußöhl und wahrſcheinlich alle fette Oehle

Von	werden zurückgeſtoßen
Den fetten Oehlen und einer Menge anderer Subſtanzen	Reines Waſſer
Reinem Waſſer	Eine große Menge Auflöſungen erdiger, alkaliniſcher u. metalliſcher Salze, z. B. Alaunauflöſung
Alaunauflöſung	Auflöſung von Eiſenvitriol
Eiſenvitriolauflöſung	Auflöſung von Kupfervitriol
Kupfervitriolauflöſung	Auflöſung von Glauberſalz
Glauberſalzauflöſung	Auflöſung von Salpeter
Salpeterſalzauflöſung	Auflöſung von Kochſalz Auflöſung von Zinkvitriol
Kochſalzauflöſung Zinkvitriolauflöſung	Auflöſung von Salmiak

Einige dieſer Verſuche, ſagt Prevoſt, ſcheinen für die Erklärung zu ſprechen, welche Carradori für das Zurückweichen des Waſſers auf einen angefeuchteten Teller vor andern Körpern giebt; indeß ſind ſie derjenigen Erklärung, welche Prevoſt gegeben hat, nicht weniger günſtig. Ueberdem führt Prevoſt noch einige Verſuche an, welche, wie es ihm ſcheint, nicht ſo leicht aus Carradori's Meinung ſich erklären laſſen.

Herr Prevoſt ließ ein Stück Alaun ſo ebnen, daß es eine Art von Tiſch, 5 bis 7 Zoll ins Quadrat bildete, ließ ihn reinigen, und horizontal ſtellen, goß bey jedem Verſuche reines Waſſer darauf, und unterſuchte nun, welche Flüſſigkeiten Waſſer auf dieſer Alaunebene zum Weichen bringen würden. Folgende Stoffe trieben das Waſſer gerade ſo zurück, als auf dem Teller:

Aether, Alkohol, ein Kampherſtück, Bergamotöhl, Eſſigſäure, käufliche rauchende Salzſäure, gewöhnliches Scheidewaſſer, flüſſiges Ammoniak, Nuß- und Baumöhl.

Dieſe geſammten Flüſſigkeiten äußerten dieſelbe Wirkung gegen das Waſſer auf einem Tiſche aus präparirter Erde einer Fayencefabrik. Auch der Alkohol verhält ſich

Digitized by Google

auf ihm gerade ſo wie auf Glas oder auf dem Teller. Und doch kann man ſich leicht überzeugen, daß der Alkohol zu dieſer Erde keine ſo große Verwandtſchaft oder Anziehung der Oberfläche hat, als das Waſſer.

Auch auf einer eingetrockneten Auflöſung von Gummi in Aetzlauge trieben Aether, Alkohol und Bergamotöhl das Waſſer zurück.

Dieſe Verſuche wiederholte Herr Prevoſt auch auf Eis. Ein Tropfen Bergamotöhl verbreitet ſich dabey in einen ſehr niedlichen Stern, welcher aus Vorästungen, wie ein Meduſenkopf, beſteht. Aether, Alkohol und Eſſigſäure machen die Eisſcheibe, wenn ſie nur 2 bis 3 Linien dick iſt, kniſtern, und um den Tropfen bildet ſich eine Undulation, welche in einer Menge concentriſcher dünner und an einander gedrängter Kreiſe beſteht, die ſich immer mehr erweitern, in Maaßgabe als neue entſtehen, nach Art der Kreiſe, welche ein Stein erreget, den man ins Waſſer wirft, nur mit dem Unterſchiede, daß ihrer verhältnißmäßig mehrere ſind. Dieſe letzten Verſuche gelingen gleichmäßig auf ganz trocknem Eiſe bey einer Temperatur von — 2 Reaum. und auf feuchtem Eiſe bey + 2° Reaum. Wärme.

Herr Prevoſt hat dieſe Verſuche auf mehrere Art abgeändert, und immer haben ihm die Reſultate bewieſen, daß das Zurückweichen des Waſſers nicht durch eine größere Verwandtſchaft der öhlichten oder riechenden Körper zum Glaſe oder zum Teller bewirkt wird.

Aus dieſen und noch weit mehreren Verſuchen ſchließt nun Herr Prevoſt, daß ſie nach Carradori's Meinung nicht gut erkläret werden könnten. Beſonders iſt ihm folgender Einwurf gegen dieſelbe ſehr treffend. Bey recht trockener Luft und auf recht trockenem und reinem Glaſe verbreitet ſich ein Tropfen Oehl, Aether, Alkohol u. ſ. f. nicht, er bleibt darauf mehr oder weniger convex nach Verſchiedenheit ſeiner Natur. Haucht man aber auf das Glas ein wenig Feuchtigkeit, ſo verbreitet er ſich ſogleich über daſſelbe. Warum, fragt nun Prevoſt, wartet denn

dieſe Verwandtſchaft des Oehls mit der Oberfläche des Glaſes oder des Tellers die Gegenwart des Waſſers ab, bevor ſie ſich äußert?

Herr Carradori *) hat gegen dieſe Verſuche des Herrn Prevoſt mehrere Bemerkungen gemacht. Er führet an, daß der Erfolg in den Verſuchen Nr. 1. und 2. den Aethertheilchen zuzuſchreiben ſey, die beym Eingießen auf der Oberfläche des Waſſers umher geſpritzet waren, und von der Flächenanziehung getrieben ſich über das Waſſer verbreiteten; daran laſſen die Tröpſchen gar keinen Zweifel, mit welchen Prevoſt den Boden bedeckt fand, und die das Waſſer ringsumher zurücktrieben. Als Carradori beyde Verſuche ſo wiederholte, daß er die Schaale nicht über dem Teller füllte, ſondern ſchon gefüllt ſorgfältig hinſetzte, kamen weder kleine auf dem Waſſer ſchwimmende Blättchen in Bewegung, noch zeigten ſich Tröpſchen auf dem befeuchteten Teller. Ein Aethertropfen, der auf Waſſer gebracht ward, worauf Sägeſpäne ſchwammen, trieb die Spänchen zurück, und zeigte ſich beym genauen Anſehen als ein feiner Schleier. Dieſer Erfolg charakteriſirt den Aether als einen öhlartigen Körper.

Was den Verſuch des Herrn Prevoſt Nr. 3. betrifft, ſo hat ihn Herr Carradori nicht wiederholet, weil es ihm an ähnlichen Blechſcheiben fehlte. Er verſichert aber von neuem, daß er nie auch nur die kleinſte Bewegung in Scheiben, oder in ſehr leichten auf Waſſer ſchwimmenden Körpern, welche ein Stückchen Kampher trugen, habe wahrnehmen können. Noch einen Beweis gebe folgender Verſuch ab. Auf ſehr reines Waſſer in einem ſehr reinen Teller legte er ein kleines Stück Stanniol, und brachte ein Stück Kampher darauf mit der möglichſten Vorſicht, um nicht den geringſten Kampher aufs Waſſer kommen zu laſſen. Das Blättchen blieb ruhig ſtehen, kam

*) *Brugnatelli* Annal. chim. To. XVIII. und in den Annales de chimie. To. XLVIII. p. 197. 199.

aber ſogleich in Bewegung, wenn dicht dabey ein Kampfertheilchen aufs Waſſer fiel. Herr Carradori glaubt daher, daß Herr Prevoſt bey ſeinem Verſuche nicht genau genug geweſen ſey.

Ein auf Waſſer ſchwimmendes Stanniolblättchen, dem er Baumwolle, an einem Strohhalm befeſtiget und mit Aether genäßt, näherte, kam dadurch zu ſeiner Verwunderung wirklich in einige Bewegung. Beym genauern Nachdenken fand er aber, daß dieſer Erfolg ſeiner Meinung ſehr günſtig ſey. Er ließ nämlich auf das Waſſer einen Tropfen Wolfsmilch fallen, der ſich augenblicklich übers Waſſer verbreitete, und faſt die ganze Oberfläche deſſelben im Teller bedeckte. Als er nun den vorigen Verſuch wiederholte, Stanniolblättchen auf die Fläche warf, und ihnen mit Aether genäßte Baumwolle näherte, blieben dieſe Blättchen unbeweglich; auch alsdann noch, wenn er die Oberfläche der Flüſſigkeit mit der Baumwolle berührte. Eben ſo hinderte ein Tropfen Oehl, der ſich überm Waſſer in einen Schleier verbreitet hatte, dieſe Wirkung des Aethers. Nach Carradori ſetzte alſo offenbar der Aether die auf reinem Waſſer ſchwimmenden Körper, welchen er genähert wurde, durch ſeine Dämpfe, nicht dadurch, daß ſie ſtoßend oder als mechaniſche Kraft wirkten, in Bewegung, ſondern weil ſie, wenn ſie das Waſſer berühren, ſich über daſſelbe nach Art der öhlichten Körper verbreiten, und die ſchwimmenden Körperchen entfernen; denn ſonſt hätte der Erfolg derſelbe bleiben müſſen, als Wolfsmilch oder Oehl das Waſſer wie ein feiner Schleier bedeckte. Daß dies nicht geſchah, kam daher, weil nun die Waſſerfläche mit dem Wolfsmilchſafte geſättiget war, und die Anziehung des Aethers und ſeiner Dämpfe zur Oberfläche des Waſſers, die Flächenanziehung des Wolfsmilchſaftes zum Waſſer nicht übertrifft.

Auf ähnliche Art, wie hier die Aetherdämpfe wirkten, wirkten auch die Dämpfe einiger ätheriſchen Oehle z. B. von Orangen- und Citronenöhl. Druckt man über Waſſer, worauf Stanniolblättchen ſchwimmen, eine friſche Orangen-

oder Citronenſchale, ſo bewegen ſich die Blättchen augenblicklich und ſtärker, als wenn man ihnen Aether nähert; dabey verbreiten ſich die Strahlen ätheriſchen Oehls, die aus den Oehlgefäßen der Schale als ein Rauch hervordringen, in einen ſichtbaren Schleier über das Waſſer. Die Aetherdämpfe ſind ſo ſichtlich nicht, und verdampfen in wenig Augenblicken. Doch verliert das Waſſer, wenn man es mehreremal hinter einander mit Aether berührt, die Eigenſchaft, daß ſich die Blättchen darauf bewegen; denn alsdann iſt einige Zeit nöthig, bis der viele Aether, der ſich über die Waſſerfläche verbreitet hat, verdampft iſt; alsdann aber gelingt der Verſuch wieder.

Herr Carradori hat Prevoſt's Verſuch Nr. 4. wiederholet, und bemerket dabey, daß der Kampher auf der Oberfläche des Queckſilbers ähnliche Erſcheinungen zeige, als auf der Oberfläche des Waſſers, deren er ſich bemächtige, wobey er die darauf ſchwimmenden Körper zurücktreibe. Indeß habe er auf dem Queckſilber die öhlichten Streifen nicht bemerken können, welche der Kampher auf dem Waſſer hervorbringe. Vielleicht liege dies an der weit ſchnellern und faſt augenblicklichen Verdunſtung des Kamphers auf dem Queckſilber, da das Queckſilber zum Kampher weniger Anziehung habe, als das Waſſer, welches den Kampher auflöſen und den Geruch davon annehmen kann.

Zwey Tropfen Wolfsmilchſaft, die er auf Queckſilber fallen ließ, verbreiteten ſich über ſelbiges, zwar langſamer wie über Waſſer, aber doch in einem ziemlich bedeutenden Umfange, und trieben die Schwefel- und Kamphertheilchen zurück. Der öhlichte Schleier, womit der Wolfsmilchſaft das Queckſilber überzogen hatte, war ſehr ſichtbar. Aus dieſen und ähnlichen Verſuchen, die auch Herr Prevoſt angeführet hat, ſcheint dem Herrn Carradori zu folgen, daß zwiſchen den öhlichten Körpern und dem Queckſilber eine ähnliche Flächenanziehung ſtatt findet, als zwiſchen ihnen und dem Waſſer, und daß beyde Arten von Erſcheinungen auf einerley Geſetzen beruhen. Herr

Carradori ſagt daher, daß des Herrn Prevoſt's neuere Verſuche ſeine Meinung noch mehr erweiterten, und zeigten, daß die Geſetze der Flächenanziehung, welche für die öhlichten Körper in Beziehung auf das Waſſer ſtatt fänden, für ſie auch in Beziehung auf das Queckſilber gälten. Oehl entreiße dem Kampher die Oberfläche des Waſſers und hindere dadurch ſeine Bewegung auf demſelben; gerade ſo verhielten ſich auch beyde zum Queckſilber.

Schwefelpulver, das auf Queckſilber geſtreuet war, wich bey der Annäherung von Baumwolle, die er mit Aether befeuchtet hatte, zurück, ungefähr ſo, wie die auf Waſſer ſchwimmenden Blättchen; doch konnte er auf der Queckſilberfläche keinen öhlartigen Schleier wahrnehmen. Dieſer zeigte ſich aber jedesmal für einen Augenblick, wenn er die Queckſilberfläche mit der Baumwolle berührte, wobey auch der Schwefel zurückwich. Noch beſſer glückte der Verſuch mit einer Orangenſchale; wurde ſie über einer Queckſilberfläche gedruckt, ſo wich der Schwefel noch ſchneller und weiter zurück, und er ſah deutlich einen langen Strich Queckſilbers mit einem öhlichten Schleier bedeckt. Nach Carradori ſind alle dieſe Erfolge die ſchönſten Beweiſe ſeiner Meinung.

Herr Carradori nahm ferner Queckſilber, auf welchem ſich ein Tropfen Oehl faſt auf der ganzen Fläche wie ein feiner Schleier verbreitet hatte, und ließ auf eine noch vom Oehle reine Stelle einen Tropfen Wolfsmilch fallen; dieſer verbreitete ſich faſt gar nicht; auf einer ganz reinen Queckſilberfläche geſchah dies aber ziemlich ſchnell, ſo daß die Oberfläche deſſelben faſt ganz damit überzogen wurde. Ein Tröpfchen Oehl, das er daneben brachte, vertrieb indeß, während dieſes ſich ausdehnte, die Wolfsmilch vom Queckſilber, und nachdem es ſich ſo weit verbreitet hatte, als es konnte, fieng es an ſich wieder zurückzuziehen, und vereinte ſich in ſeiner Mitte zu einem Oehlkügelchen. Auch Oehl, welches ſich über reines Queckſilber verbreitet hat, zieht ſich nach einiger Zeit wieder zuſammen, doch nicht ſo ſehr, als wenn Wolfsmilch noch

über dem Queckſilber verbreitet iſt. Die Wolfsmilch geht dagegen nicht zuſammen, ſondern bleibt auf der einmal eingenommenen Oberfläche unverändert. Hieraus zieht Carradori den Schluß, daß das Oehl eine größere Flächenanziehung zum Queckſilber habe, als die Wolfsmilch, dem Verhalten beyder zum Waſſer entgegengeſetzt.

Eine Meſſerſpitze voll Mehl beweget ſich auf der Oberfläche des Waſſers, und verbreitet ſich über ſie; beydes geſchieht auf dem Queckſilber nicht. Eben ſo wenig gepulverte Harze und Gummireſinen. Dies beweiſe aber nur, daß zwar auf Waſſer alle flüſſige und fette öhlartige Körper ihre Flächenanziehung zu demſelben äußern könnten; daß auf Queckſilber aber nur die tropfbar flüſſigen oder dampfförmigen öhlartigen Körper, oder Körper, die ein ſehr flüchtiges Oehl in ſich enthielten, und wenig andere, ihre Flächenanziehung zum Queckſilber ſichtbar zu äußern vermöchten. Dies dürfe uns aber auch nicht wundern, da das Queckſilber bey weitem nicht die auflöſende Kraft oder die Anziehung beſitze, welche dem Waſſer für dieſe Körper eigen ſey.

In Hinſicht der Verſuche des Herrn Prevoſt Nr. 5. u. 6. bemerket Carradori, daß das Oehl des Kamphers, wonach Prevoſt ſo ſehr geſuchet habe, und welches wegen augenblicklicher Verdunſtung auf dem Queckſilber nicht zu ſehen, bey gehöriger Aufmerkſamkeit aber doch auf dem Waſſer zu bemerken ſey, auf folgende Art weit ſichtbarer werde: Man werfe etwas gepulverten Kampher in ein Glas Waſſer, und bringe nach einigen Augenblicken auf das Waſſer einen Tropfen Wolfsmilchſaft. Dieſer bemächtiget ſich faſt der ganzen Oberfläche, und zwingt das Kampheröhl, welches vorhin die Waſſerfläche eingenommen hatte, ſich in einen kleinern Raum zuſammenzuziehen, und ſichtbarer zu werden. Wie könne man ſich aber darüber wundern, daß der Kampher über das Waſſer ein Oehl verbreite, da er ſelbſt nichts anders, als ein ſehr flüchtiges Oehl in feſter Geſtalt ſey?

Digitized by Google

Die Bemerkung des Herrn Prevoſt Nr. 7., daß nämlich Kampher, welcher in dem Augenblicke, wenn er wieder über die Oberfläche des Waſſers heraufſteige, in eine viel ſchnellere Bewegung komme, erkläret Herr Carradori daraus, daß das Kampherſtückchen in einem ſolchen Falle die Waſſerfläche frey vom Oehle des Kamphers finde, welches indeß verdunſtet ſey, und deſſen Gegenwart mache, daß der Kampher ſich langſamer bewege, weil er die Flächenanziehung des Waſſers ſättige.

Was die übrigen Verſuche betreffe, durch welche Herr Prevoſt beweiſen wolle, daß die Wirkungen, welche riechende Körper äußerten, ſich ebenfalls durch Körper ganz anderer Art hervorbringen ließen, ſo ſey er der Meinung, daß dieſe Erſcheinungen Wirkungen der Cohäſion ſeyn, und das Ausſtrömen einer expanſibeln Flüſſigkeit keinesweges bewieſen. Wenn es aber ſchon bekannte Geſetze gebe, die hinreichten, ſie zu erklären, ſo ſcheine es ihm ſehr unnöthig, dieſer Erſcheinungen halber ein neues unſichtbares Fluidum anzunehmen. Es ſey nicht erlaubt, in der Phyſik ohne Noth zu Hypotheſen ſeine Zuflucht zu nehmen.

Daß das Waſſer um naſſe Körper, wie Prevoſt geſehen habe, ſich zurückziehe, halte er für eine Wirkung der Anziehung des Gleichartigen, oder der Cohäſion; das Waſſer ſuche ſich zu vereinigen; dadurch werden Stellen entblößt, und ſo habe es den Anſchein, als ob das Waſſer ſich von feuchten Körpern zurückziehe, welche ſich in der Mitte einer ſehr dünnen Waſſerſchichte befänden.

Gegen den Verſuch des Herrn Prevoſt in Nr. 10. macht Herr Carradori folgende Bemerkungen: daß der Kampher ſich ſtärker oder ſchwächer bewege, je nachdem er über die Oberfläche des Waſſers mehr oder weniger verbreitet ſey, zeige dieſer Verſuch. In eine cylindriſche Flaſche mit engem langen Halſe voll Waſſers waren kleine Stückchen Kampher hineingeworfen. Sie liefen nicht hiehin und dorthin, wie ſie es gewöhnlich auf einer Waſſerfläche thun, ſondern, nachdem ſie ſich etwas um-

Digitized by Google

her beweget hatten, vereinigten ſie ſich, und blieben nun in dieſer Lage. Die Oberfläche des Waſſers hatte ohngefähr 3 Linien im Durchmeſſer. Hierauf ſog Herr Carradori mit einem Strohhalm, ohne den Kampher zu berühren, etwa die Hälfte des Waſſers heraus. Nun hatte die Oberfläche ohngefähr 2 Zoll im Durchmeſſer, und auf dieſer größern Waſſerfläche ſchien der Kampher wie neu belebt, und ſeine Bewegungen waren ohne Verhältniß größer.

Geringe Theilchen von Kampher bewegen ſich auf Waſſer in einem Glaſe ſehr lebhaft, bis ſie verzehret ſind. Wirft man ſie aber in Menge aufs Waſſer, ſo bewegen ſie ſich weit ſchwächer oder gar nicht, weil alsdann die Waſſerfläche mit dem Oehle des Kamphers, von welchem mehr hinzukomme, als verdunſten könne, fortdauernd geſättiget bleiben. Auf einer großen Waſſerfläche würden dagegen auch ſie in ihrer Bewegung nicht geſchwächt worden ſeyn.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIV. S. 147. u. ſ. f.

B

Barometer (Zuſ. z. S. 253. Th. I.) Herr de Luc hatte die beſonders für Höhenmeſſungen mit dem Barometer wichtige Erfahrung gemacht, daß nur in ausgekochten und vorzüglich Heberbarometern die Höhe des Queckſilberſtandes völlig gleich ſey. Dieſe Erfahrung hatte man auch bisher als allgemein angenommen, und man kann leicht denken, daß ſie ſich auf ſehr oft wiederholte Prüfung gründet. Bey Wiederholungen dieſer Art muß man aber völlig von der Genauigkeit der Barometer überzeuget ſeyn; denn ſchlechte Barometer können nie übereinſtimmende Reſultate gewähren. Herr D. Benzenberg *), welcher auf ſeinen Reiſen durch die Rheingegen-

*) Sind die Barometer Individuen? in Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVI. S. 345. f.

den Gelegenheit hatte, eine Vergleichung ſeines Reiſebarometers mit mehreren andern zum Theil Heber- zum Theil Gefäßbarometern anzuſtellen, hat doch die von de Luc gemachte Erfahrung nicht vollkommen genau beſtätiget gefunden, und behauptet daher, daß gute Barometer keine Individuen ſind. Jedoch war der Unterſchied bey der Vergleichung mehrerer guten Barometer nicht über zweyhundert Theile eines Zolles, und bey ſchlechtern, aber ausgekochten, nicht über Vierhundertheile eines Zolles. Könnte man ſich alſo auch auf die Genauigkeit der gemachten Beobachtungen, und auf die Rückſichten aller möglichen Umſtände, welche die Barometer betreffen, und veränderten Barometerſtand hervorzubringen im Stande ſind, verlaſſen, welches aber nicht jederzeit der Fall beym Herrn **Benzenberg** iſt; ſo würden dieſe geringen Unterſchiede guter Barometer beym Gebrauche der Höhenmeſſungen keine beträchtliche Differenz in Beſtimmung der Höhen geben. Bey Vergleichungen der Barometerhöhen mit Heber- und Gefäßbarometern muß ſchon aus der Wirkung der Haarröhrchenkraft ein merklicher Unterſchied ſtatt finden, wenn dieſe nicht mit in Betrachtung gezogen wird. Herr de la **Place** machte zuerſt auf dieſen Umſtand aufmerkſam. Iſt nämlich in den Barometerröhren die Oberfläche des Queckſilbers convex, ſo ſteht es vermöge der Capillarität in weitern Röhren höher als in engern, und muß dieſes folglich in den Gefäßbarometern Einfluß auf die Höhe der Queckſilberſäule haben. In Heberbarometern mit Schenkeln von gleicher Weite iſt die Wirkung der Haarröhrchenkraft einander gleich, und hebt ſich folglich auf. Bey den Gefäßbarometern dagegen wird dieſe Wirkung deſto merkbarer, je enger die Röhre iſt. In Barometern dieſer Art würde die beobachtete Barometerhöhe kleiner, als ſie der Druck der Atmoſphäre beſtimmt, ſeyn, wenn man ſie vom Niveau des Queckſilbers im Gefäße, bis an den Punkt der Röhre rechnen wollte, wo die convexe Fläche das Glas berühret. Um nun dieſe beobachteten Höhen

M

Digitized by Google

auf wahre Höhen zu bringen, welche dem wahren Drucke der Atmoſphäre gemäß ſind, und um die Gefäßbarometer dadurch völlig vergleichbar zu machen, iſt eine Correction wegen des Einfluſſes der Capillarität nöthig. Dieſe iſt die Höhe einer Queckſilberſäule, welche zur Grundfläche den Queerſchnitt der Barometerröhre, und zur Höhe die Höhe zwiſchen dem oberſten Punkt der Convexität der Oberfläche des Queckſilbers, und den Wänden der Röhre, wo die convexe Queckſilberfläche das Glas berühret, hat. Dieſer Raum des Queckſilbers läßt ſich durch das Gewicht deſſelben mit Genauigkeit meſſen. Man kann alſo ſehr leicht eine Tafel berechnen, welche für die verſchiedenen Durchmeſſer der Röhren die Correction wegen der Wirkung der Haarröhrchenkraft giebt, welche man den beobachteten Höhen eines Gefäßbarometers hinzuzufügen hat, um die wahren Barometerhöhen zu erhalten. Wollte man hiebey ganz genau zu Werke gehen, ſo würde vorausgeſetzt werden müſſen, daß die Barometerröhren von einer gleichartigen Glasmaſſe verfertiget wären. Indeſſen iſt die Verſchiedenheit der Materie an ſich unbedeutend, und die Wirkung der Glasröhre auf das Queckſilber muß überhaupt nur ſehr klein ſeyn, ſoll die Oberfläche des Queckſilbers in ſehr engen Röhren nahe die Geſtalt einer Halbkugel annehmen können; es kann daher auch die Verſchiedenheit des Glaſes keinen wahrnehmbaren Einfluß auf die Barometerhöhen äußern.

Die neuern Einrichtungen der guten Gefäßbarometer haben auch die Anordnung erhalten, daß man gleich mittelſt der Tangente des Kugelſegments, welches das Queckſilber bildet, die Barometerhöhe ableſen kann.

Das Heberbarometer hat beſonders durch Gay-Luſſac *) eine Verbeſſerung dadurch erhalten, daß in ſo fern auf den Einfluß der Capillarität Rückſicht genommen worden, als daſſelbe aus einer gebogenen, an beyden Enden geſchloſſenen Röhre beſteht, deren längerer Schenkel

*) Annales de Chimie et de physique. Tom. I. p. 113. ſqq.

Digitized by Google

ſich unten gleichmäßig verenget, um beym Umkehren des Inſtruments das Fallen des Queckſilbers und dadurch ſeine Stoßgewalt gegen das Glas des kürzern Schenkels zu mäßigen, und deſſen kürzerer Schenkel an der Seite in der Mitte oberhalb der Oberfläche des Queckſilbers ein ſehr feines, den Zutritt der Luft geſtattendes kleines Loch beſitzet, durch welches das Queckſilber, vermöge ſeiner Capillarität, nicht ſo leicht durchläuft. Daher eignet ſich auch dieſes Barometer vorzüglich zum Reiſebarometer.

(Zuſ. z. S. 280. Th. I.). In den neuern Zeiten haben mehrere Phyſiker über die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme Verſuche angeſtellet. Da die Reſultate aller ſo berühmter und genauer Experimentatoren über dieſen Punkt ſo bedeutend von einander abweichend gefunden worden, ſo läßt ſich wohl leicht ſchließen, daß die Auflöſung dieſer Aufgabe mit gewiſſen Schwierigkeiten verbunden ſeyn muß. Betrachtet man das Volumen einer Queckſilberſäule beym Froſtpunkte = 1, ſo dehnet ſie ſich bis zum Siedpunkte nach la Place und Lavoiſier [α]) um $\frac{1}{54,12} = 0,01848$, nach Hällſtröm [β]) um $\frac{1}{56,87} = 0,01758$, Schmidt [γ]) um $\frac{1}{57,31} = 0,01745$, Dalton [δ]) um $\frac{1}{50} = 0,02$, und Dulong und Petit [ε]) um $\frac{1}{55,5} = 0,01802$ aus. Der Herr Obſerv. Gottl. Winkler [ζ]) zu Halle hat die Reſultate aller bisher angeſtellten Verſuche über die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme nach dem 80theiligen Reaum. Queckſilberthermometer in folgende Tafel gebracht:

α) Mécanique céleste. Tom. IV. p. 291.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XX. S. 397. f.

γ) Handbuch der Naturlehre. B. I. S. 272.

δ) Neues Syſtem des chemiſchen Theils der Naturw. A. d. Engl. v. Wolff. B. I. S. 41.

ε) Annales de chimie et de physique. Tom. VII. p. 136. sqq.

ζ) Tafeln, um Barometerſtände, die bey verſchiedenen Wärmegraden beobachtet worden ſind, auf jede beliebige Normaltemperatur zu reduciren. Halle, 1820. 4. S. 12. f. f.

Digitized by Google

Tafel der Beſtimmungen über die abſolute Ausdehnung des Queckſilbers.

Nach der Angabe von	Vom Froſt- bis zum Siedpunkte			Für jeden Grad Reaumur		
	des Volumen	einer Säule, die bey 0° = 1	einer Säule v. 27 Zoll in Linien	des Volumen	einer Säule, die beym vorhergehenden Grade = 1	einer Säule v. 27 Zoll in Linien
1. Dalton	1/50	0,02000	6,48000	1/4000	0,00002500	0,08100
2. Cavendiſh	1/53,42	0,01872	6,06514	1/4273,6	0,00002340	0,07581
3. de Luc	1/54	0,01852	6,00000	1/4320	0,00002315	0,07500
4. Laplace und Lavoiſier	1/54,12	0,01848	5,98670	1/4329,6	0,00002310	0,07483
5. Engl. Commiſſion	1/54,24	0,01844	5,97207	1/4339,2	0,00002305	0,07467
6. Schuckburgh	1/54,82	0,01824	5,90993	1/4385,6	0,00002280	0,07387
7. Dülong und Petit	1/55,5	0,01802	5,83784	1/4440	0,00002252	0,07297
8. Gehler	1/56,45	0,01771	5,73960	1/4516	0,00002214	0,07175
9. Hällſtröm	1/56,87	0,01758	5,69690	1/4549,8	0,00002198	0,07121
10. Schmidt	1/57,31	0,01745	5,65366	1/4584,8	0,00002186	0,07067
11. Luz	1/57,45	0,01741	5,63969	1/4596	0,00002176	0,07050
12. Roſenthal	1/58,27	0,01716	5,56032	1/4661,6	0,00002145	0,06950
13. Roi	1/58,63	0,01706	5,52637	1/4690,2	0,00002132	0,06908
14. Schlögl	1/58,91	0,01698	5,49992	1/4712,8	0,00002122	0,06875
15. Herbert	1/64,1	0,01660	5,05460	1/5128	0,00001950	0,06319
16. de l'Isle	1/66,5	0,01504	4,87218	1/5320	0,00001880	0,06090
17. Casbois	1/64	0,01493	4,83582	1/5560	0,00001866	0,06045

Dieſe Tafel zeiget hinreichend, wie ſehr die verſchiedenen Beſtimmungen von einander abweichen, und es erſtreckt ſich ihre Divergenz für 80° Reaum. ſogar auf 1,64418 und für 1° auf 0,02055 Linien bey einer Queckſilberſäule von 27 Zollen. Zugleich erhellet aber auch, daß die drey letzten Beſtimmungen offenbar zu klein ſind, und daher ganz außer Acht gelaſſen werden können. Nimmt man daher mit Weglaſſung der Beſtimmung der Herren Dulong und Petit aus den 13 übrigen Beſtimmungen das Mittel, ſo erhält man dies zu $\frac{1}{55,73}$, welches im Nenner nur um 0,23 von der Dulong'ſchen Beſtimmung $= \frac{1}{55,5}$ abweicht; alle übrige Beſtimmungen nähern ſich daher dieſer Dulong'ſchen wie um eine mittlere Größe. Man hatte zwar bisher die Beſtimmung der Herren la Place und Lavoiſier als die alleinig richtigſte und genaueſte allgemein angenommen; allein die Herren Dulong und Petit haben gezeiget, daß bey der la Place'ſchen Beſtimmung ein Rechnungsfehler ſich eingeſchlichen hat. Wenn aber dieſer Rechnungsfehler gehoben wird, ſo würde aus der la Place'ſchen Bemühung ein Reſultat hervorgehen, welches ſehr nahe der Dulong'ſchen Beſtimmung kommt. Schon dieſe Uebereinſtimmung der Dulong'ſchen Angabe iſt genügend genug, die letztere als die richtigſte unter allen anzuerkennen. Außerdem iſt aber auch dieſe Beſtimmung von den Herren Dulong und Petit mit einer ſo großen Genauigkeit ausgeführet worden, daß ihnen die Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris in ihrer Sitzung am 16. März 1818 den für Phyſik beſtimmten Preis zuerkannt hat. Sie bedienten ſich folgenden ſinnreichen Apparats:

Auf einer ſtarken hölzernen Unterlage mit drey Füßen iſt eine ſtarke eiſerne Stange MN (Fig. 16.), deſſen Oberfläche genau eben iſt, befeſtiget. An dem einen Ende M dieſer Stange ſind ein Paar ſenkrecht gegen einander gerichtete Niveaus mit Luftblaſen mit der Oberfläche der eiſernen Stange parallel angebracht, damit letztere durch

4 Schrauben, von welchen an jeder Ecke der hölzernen Unterlage eine ſich befindet, genau horizontal geſtellet werden kann. Auf dieſer horizontalen Oberfläche der eiſernen Stange liegt horizontal eine genau kalibrirte Glasröhre BB′, welche durchaus gleiche Weite und gleiche Glasdicke hat, an ihren beyden Enden B und B′ iſt ſie rechtwinklicht in die Höhe gebogen, und mit weitern Glasröhren an beyden Seiten BA und B′A′, welche genau auf der Oberfläche der eiſernen Stange ſenkrecht ſtehen, verbunden, damit die Haarröhrchenkraft auf das Flüſſige in ſelbigen keinen Einfluß habe.

In dem einen Schenkel AB der communicirenden Glasröhre ABB′A′ wird Queckſilber gebracht, und derſelbe iſt vorzüglich dazu beſtimmt, das in ſelbigem enthaltene Queckſilber ſtets auf o Grad Wärme zu erhalten. Zu dieſem Ende iſt dieſer Schenkel mit einem weiten Eiſenblechcylinder umgeben, welcher auf der eiſernen Stange befeſtiget iſt, und mit zerſtoßenem Eiſe angefüllt wird. Ein in ſelbigem eingeſetztes Thermometer giebt die Verſicherung, daß das Ganze ſtets auf dem Eispunkte bleibt. Der blecherne Cylinder hat in F einen Einſchnitt, durch welchen man den Queckſilberſtand in dem Schenkel AB beobachtet, und die Stütze dieſes letztern hat oben einen bogenförmigen Arm, deſſen feine Spitze R zu einem Merkzeichen dient, indem er die Glasröhre berührt, auf daſſelbe das Niveau des Queckſilbers zu beziehen.

Der andere Schenkel B′A′ ſollte nun mit ſeinem Queckſilber von o bis zu jedem andern Wärmegrade, bis zum Siedpunkte des Waſſers und darüber, erhitzt werden können, und bot nun deshalb bey der Einrichtung dazu weit mehr Schwierigkeiten dar, als der Schenkel AB. Dieſen andern Schenkel B′A′ umgiebt ebenfalls ein Cylinder, welcher aber von Rothkupfer iſt, und welcher einen beweglichen Boden haben mußte, um durch ihn die eiſerne Stange hindurch, und die Glasröhre hineingehen zu laſſen. Unten hat er einen breiten Rand, und an dieſen iſt mit vielen ſtarken Schrauben der Boden, welcher un-

terhalb der eiſernen Stange, die der Cylinder mit einer Hülſe umgiebt, die durch feſten Kitt dieſelbe dicht umſchließt, hinweggeht, angeſchroben, nachdem zwiſchen beyde zu vollkommener Dichte dünne Kartenblätter geleget ſind.

Der Kupfercylinder iſt rings von einem mittelſt eiſernen Klammern zuſammengehaltenen feſten Ofen, welcher mit auf der hölzernen Unterlage ruhet, umgeben, und durch dieſen kann dem fixen Oehle, mit welchem der Kupfercylinder erfüllet wird, einförmig und gleichmäßig und folglich auch, dem Queckſilber im Schenkel B′A′, jeder beliebige Wärmegrad ertheilet werden. Damit dies Oehl aber den innern Raum ſtets gänzlich ausfülle, iſt am obern Boden ein Röhrchen angebracht, durch welches daſſelbe tropfenweiſe herausläuft, je nachdem es durch höhere Temperaturannahme ſein Volumen vergrößert. Mitten aus dem obern Boden ragt luftdicht damit verbunden der umgebene Schenkel B′A′ hervor, und verſtattet, das Queckſilber in ſelbigem zu beobachten. Außer dieſem Schenkel aber enthält das Oehlbad noch zwey Thermometer, ein Queckſilberthermometer DE und ein Luftthermometer D′E′. Das erſtere beſteht in einer Glasröhre von dem nämlichen Durchmeſſer als B′A′, iſt eben ſo tief in das Oehlbad eingetaucht, und endiget ſich oberhalb des Deckels des Cylinders mit einer feinen Oeffnung. Offenbar hat das Queckſilber in dieſer Glasröhre die nämliche Temperatur, wie das im Schenkel B′A′, und dieſe Temperatur wird dadurch gemeſſen, und zwar ſehr genau, daß man das Queckſilber abwägt, was aus der feinen Oeffnung des Thermometers DE in das kleine Gefäß L läuft, wenn die Wärme zunimmt, und das Queckſilber ſich ausdehnt. Das Luftthermometer D′E′ hat dieſelbe Geſtalt wie das Queckſilberthermometer; nur iſt die bey G′ über dem Deckel des Kupfercylinders damit verbundene enge Röhre ſenkrecht umgebogen, geht dann zum Theil in der horizontalen Lage G′H′ fort, und beuget ſich bey H′ wiederum ſenkrecht herab, um ſich in ein Ge-

fäß mit Queckſilber bey K′ unterzutauchen. Wird jetzt das Oehlbad faſt bis zum Sieden erhitzt, ſo entweicht alle Luft aus dem in ſelbigem ſtehenden Thermometergefäße ſowohl, als aus der gekrümmten Röhre, und es tritt ſtatt deſſen, ſobald das Oehlbad wieder erkaltet, zum Theil das ſperrende Queckſilber bey K′ hinein. Mißt man nun im beobachteten Maximum einer Temperatur die Höhe der eingetretenen Queckſilberſäule, und beobachtet, damit man die Elaſticitätszunahme der umgebenden Luft kenne, das Barometer, ſo findet man mittelſt einer einfachen Rechnung die Temperatur durch dieſes Luftthermometer. Obgleich eines dieſer Thermometer ſo genau iſt als das andere, ſo ſind bey den Verſuchen doch beyde ſtets beobachtet.

Um aber die Höhen der Queckſilberſäulen in den beyden Schenkeln BA und B′A′ zu meſſen, diente ein eigenes, in gleicher Entfernung von beyden auf einer Marmorplatte T, welche einen feſten Mauerpfeiler bedeckt, ruhendes Mikrometer, welches aus einem Fernrohre beſtehet, das in ſeinem Brennpunkte mit einem Horizontalfaden, und übrigens, um die optiſche Axe deſſelben zu reguliren, wenn es um eine Vertikalaxe gedrehet wird, mit einer Waſſerwage verſehen iſt. An einer ſenkrechten eingetheilten Stange kann es auf- und abbeweget werden, und mißt an dieſer, indem der Horizontalfaden die Queckſilberoberfläche in dem gerade beobachteten Schenkel AB oder A′B′ berühret, die Höhenunterſchiede beyder von dem oben erwähnten Abſehungspunkte an der Stütze im Eiscylinder, welcher von der Oberfläche der eiſernen Stange, da jene Stütze ſtets 0° Temperatur hat, immer gleich hoch ſeyn muß, mittelſt eines Nonius höchſt genau, und zwar bis $\frac{1}{50}$ Millimèter.

Beym Verſuche ſelbſt wurde nun auf folgende Art verfahren: man maß die Höhe jedes Abſehepunktes durch einen bis auf $\frac{1}{10}$ Millimeter getheilten Maaßſtab von der Oberfläche der eiſernen Stange, und zog davon die halbe Dicke der horizontalen Glasröhre ab, weil nur von der

Mitte derſelben an, ſowohl die Höhe r = AR, als eine beſtändige Größe, als auch die Höhe der Queckſilberſäule im Schenkel AB = h, und die im Schenkel A′B′ = h′ gerechnet werden kann, erhitzte hierauf das Oehlbad bis zu irgend einer beliebigen Temperatur, und maß alsdann mitteſt des Mikrometers die Höhenunterſchiede r — h und r — h′ beyder Säulen h und h′ vom Abſehepunkte.

Vermöge des bekannten hydroſtatiſchen Geſetzes, daß nämlich in einer communicirenden Röhre die ſenkrechten Höhen zweyer in beyden Schenkeln ſich befindenden Flüſſigkeiten ſich umgekehrt, wie ihre Dichtigkeiten verhalten, war es nicht ſchwer, die Ausdehnung des Queckſilbers zu erforſchen, wenn man die Höhen der beyden Säulen, von welchen man die eine auf der Temperatur des Eispunktes erhielt, während man die andere bis zu irgend einem andern beſtimmten Wärmegrade erhitzte, unmittelbar meſſen konnte.

Wenn alſo h und h′ die beyden vertikalen Queckſilberſäulen, die bey den Temperaturen t und t′ einerley Druck hervorbringen, bedeuten, und d und d′ die dazu gehörigen Dichtigkeiten vorſtellen, ſo hat man

$$hd = h'd';$$

nun ſind aber d und d′ im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Volumen v und v′, welche eine und dieſelbe Maſſe der Flüſſigkeit einnehmen, indem man ſie nach und nach in die Temperaturen t und t′ bringt, und daher hat man

$$d : d' = v' : v, \text{ mithin auch}$$

$$hv' = h'v, \text{ und folglich}$$

$$v' = \frac{h'v}{h},$$

woraus alsdann für den mittlern Coefficienten der Ausdehnung zwiſchen t° und t′° abgeleitet wird

$$\frac{h' - h}{h\,(t' - t)}.$$

Um zu ſehen, mit welcher Genauigkeit durch dieſe Operationen die Coefficienten der Ausdehnung beſtimmt

werden, führen die Herren Dülong und Petit folgende Meſſungen bey 100 Centigraden oder 80° Reaum. an: Die Höhe r war = 0^{met}, 58250, und die Höhen r — h, und r — h′ waren reſpect. = 0^{m}, 03855 und 0^{m}, 02875; folglich war h = 0,54395 und h′ = 0,55375, und daher h′ — h = 0,00980. Nach obiger Formel fand man alſo den mittleren Coefficienten der abſoluten Ausdehnung des Queckſilbers zwiſchen 0° und 100°

$$= \frac{0{,}00980}{0{,}54395\,(100^\circ - 0^\circ)} = \frac{0{,}00980}{54{,}395} = \frac{980}{543950}$$
$$= \frac{1}{5550}.$$

Man erſiehet aber offenbar hieraus, daß, ſelbſt wenn ein Irrthum von 3 Millimètern in der Meſſung von r, als ſchwierigſte der Beſtimmungen, ſtatt gefunden hätte, dies doch noch keine Ungewißheit von 2 oder 3 Einheiten im Nenner des vorigen Bruchs hervorgebracht haben würde.

Die Herren Dülong und Petit haben aus einer großen Anzahl gemachter Verſuche folgende Zuſammenſtellung der erhaltenen Reſultate gegeben, welche Herr Winckler für die 80theilige Thermometerſkale anſetzet und zugleich die größten Ausweichungen zu denſelben in + und — aller derjenigen Verſuche hinzufüget, aus welchen ſie das Mittel ſind:

Tafel der abſoluten Ausdehnung des Queckſilbers nach den Verſuchen der Herren Dülong und Petit.

Temperatur, die aus der Ausdehnung der Luft abgeleitet iſt	Mittlere abſolute Ausdehnung des Queckſilbers	Temperatur, die angezeiget wird, indem man die Ausdehnung des Queckſilbers als gleichförmig annimmt	Abweichungen der einzelnen Beobachtungen in +	—
0°	0	0°	0	0
80°	$\frac{1}{4440}$	80	$\frac{1}{4437{,}6}$	$\frac{1}{4441{,}6}$
160	$\frac{1}{4340}$	163,688	$\frac{1}{4335{,}2}$	$\frac{1}{4344{,}8}$
240	$\frac{1}{4240}$	251,320	$\frac{1}{4231{,}2}$	$\frac{1}{4247{,}2}$

Digitized by Google

Vergleicht man die erſte und dritte Columne dieſer Tafel mit einander, ſo ſieht man, daß die abſolute Ausdehnung des Queckſilbers von 0° bis 80° als vollkommen einförmig zu betrachten iſt, und daß der Coefficient $\frac{1}{4440}$ dieſer Ausdehnung genau entſpricht.

Zuletzt fügen die Herren Dülong und Petit in Betreff der la Place'ſchen Beſtimmung von $\frac{1}{4330}$, die bisher allgemein im Gebrauche geweſen iſt, folgende Note bey (S. 154 d. angef. Memoir.): "in dem Artikel „von der Ausdehnung des Queckſilbers haben wir die Tafel „der Reſultate dargeſtellt, welche von verſchiedenen Phy„ſikern über dieſe wichtige Beſtimmung ſind gefunden „worden. Man findet darunter auch das, welches man „in Frankreich ſeit mehreren Jahren gebraucht hat, und „welches den Herren la Place und Lavoiſier beygeleget „worden. Wir haben uns wohl überzeuget, daß dieſe „Beſtimmung keinesweges mit der Zahl übereinſtimmte, „welche Lavoiſier in ſeinen Memoires Tom. I. p. 310 „für die Ausdehnung des Queckſilbers im Gaſe anführet; „allein wir waren der Meinung, daß ſie aus einer nach„folgenden und nicht abgedruckten Arbeit abgeleitet ſey. „Seit dem Abdruck unſerer Memoire haben wir erfahren, „daß dieſe berühmten Gelehrten keine neuere Verſuche „über dieſen Gegenſtand angeſtellet haben; aber daß ein „Rechnungsfehler in die Beobachtungen ſich eingeſchlichen „habe; ſo daß der aus ihren Meſſungen abgeleitete wahre „Coefficient $\frac{1}{5522}$ ($\frac{1}{4440}$ der 80theiligen Skale) an ſtatt „$\frac{1}{5412}$ iſt. Dieſer, den wir durch ein durchaus verſchie„denes Verfahren gefunden haben, iſt $\frac{1}{5550}$, welcher, „wie man ſieht, ſehr wenig von $\frac{1}{5522}$ verſchieden iſt. „Dieſe Uebereinſtimmung iſt ein neuer Beweis von der „Richtigkeit unſerer Beobachtungen."

Man drucke die Barometerhöhen bey 0° und n° Wärme über oder unter 0 mit a und b aus, und ſetze die Volumen der Queckſilberſäulen, welche zu dieſen Barometerhöhen gehören, V und v, ſo hat man

$$a : b = V : v, \text{ und } \frac{b}{a} = \frac{v}{V}$$

Bedeutet nun m diejenige Größe, um welche das Queckſilber ſeinem Volumen nach für jeden höhern Grad der Wärme, welchen es annimmt, ſich ausdehnet, oder für jeden niedrigern ſich zuſammenziehet, ſo erhält man

bey $+ n^\circ$ Wärme $v = V + \frac{Vn}{m} = V\left(1 + \frac{n}{m}\right)$ und

bey $- n^\circ$ Wärme $v = V - \frac{Vn}{m} = V\left(1 - \frac{n}{m}\right)$

Hieraus ergiebt ſich $\frac{v}{V} = \frac{b}{a} = 1 + \frac{n}{m}$ und

$$\frac{v}{V} = \frac{b}{a} = 1 - \frac{n}{m}$$

Man findet alſo $a = \frac{b}{1 + \frac{n}{m}} = \frac{mb}{m+n} = b - \frac{nb}{m+n}$

für $+ n^\circ$ und

$$a = \frac{b}{1 - \frac{n}{m}} = \frac{mb}{m-n} = b + \frac{nb}{m-n} \text{ für } - n^\circ$$

Es iſt daher die geſuchte Correction für $\pm n^\circ$

$$\mp \frac{nb}{m \pm n}$$

Da nun nach den Herren Dulong und Petit $m = 4440$ gefunden iſt, ſo hat man die Correction in aller Strenge für $\pm n^\circ$

$$\mp \frac{nb}{4440 \pm n}$$

Da aber gewöhnlich n in Vergleichung mit 4440 ſehr klein iſt, ſo kann ohne merklichen Fehler n weggelaſſen werden, und es wird die Correction

$$\mp \frac{nb}{4440} \text{ d. h.}$$

Digitized by Google

man multipliciret die bey n° beobachtete Barometerhöhe, und dividiret dieſes Produkt durch die Zahl 4440, der Quotient wird von der beobachteten Barometerhöhe abgezogen für + n° Wärme, dagegen dazu addiret für — n° Wärme.

Herr Winkler hat hienach in ſeiner angeführten Abhandlung Tafeln berechnet, welche jedem, der ſich mit Beobachtungen der Barometerhöhen beſchäftiget, vorzüglich zu empfehlen ſind.

Auch führet Herr Vinc. Chiminello *) an, daß ſich die Queckſilberſäule im Barometer, wenn ſolches von einem Orte nach einem andern getragen werde, ja ſogar beym Anſtoßen, verlängere, und daß eine ſolche bewegte Queckſilberſäule oft 1 bis 2 Stunden lang 1 Linie und darüber zu hoch ſtehe, und alsdann erſt zu ihrem wahren Stande zurückkehre. Die Veranlaſſung zu dieſer Bemerkung hatte ihm der Rath des Herrn de Luc gegeben, daß man nämlich vor einer Barometerbeobachtung ein wenig an die Barometerröhre klopfen müſſe, um die Adhäſion des Queckſilbers aufzuheben, worauf daſſelbe ſeine wahre Höhe annehme. Herr Chiminello hatte zwey völlig gleiche Gefäßbarometer in einerley Zimmer aufgehangen, und er fand einen merkbaren Unterſchied in der Höhe, wenn an das Barometer geklopft wurde, von derjenigen, wenn es in Ruhe war. Durch nachherige ſehr vielfältig angeſtellte Verſuche und Beobachtungen war er völlig überzeuget, daß jedesmal die Barometerhöhe eine beträchtliche Zeit größer werde, wenn das Queckſilber in der Röhre in Bewegung geſetzet worden. Es iſt ihm wahrſcheinlich, daß dieſe Verlängerung der Barometerſäule eben ſowohl in einer mechaniſchen, als in einer phyſiſchen Urſache den Grund habe. Durch den Stoß nämlich würden die Lagen einer Queckſilberſäule

*) Memorie di Matem. e di Fisica della societa Ital. delle scien. T. XV. P. I. p. 50 sqq. überſ. in Gilbert's Annalen Tom. LIV. S. 358. f.

auf eine ähnliche Weiſe geſtöret, wie die Theile einer geſpannten Saite, und müßten daher in ähnliche Schwingungen wie dieſe verſeßet werden, die eine Zeitlang dauerten. Die andere phyſikaliſche Urſache aber, die von längerer Dauer, als die mechaniſche, ſey, ſucht er in der durch die Bewegung des Queckſilbers erregten Elektricität, welche nach mehreren Erfahrungen die flüſſigen Materien dünnflüſſiger mache, und ſie folglich ausdehne.

(Zuſ. z. S. 64. Th. VI.). Herr Englefield *) hat ein neues Reiſebarometer angegeben, welches dem Hamilton'ſchen ähnlich, aber noch einfacher und wohlfeiler als dieſes, iſt. Das Barometerrohr hat eine Länge von ungefähr 33½ engl. Zolle, eine Weite von $\frac{1}{10}$ Zoll, und eine eben ſo große Glasdicke, ſo daß der äußere Durchmeſſer $\frac{3}{10}$ Zoll beträgt. Das Gefäß iſt vom Buchsbaumholz genau cylindriſch gedreht und im Innern 1 Zoll tief und 1 Zoll weit. Ein kurzer Hals reicht oben über die Büchſe hinaus, um darin das Rohr befeſtigen zu können. Das Rohr reicht in das Gefäß genau bis zur Hälfte der Tiefe hinein. Der Boden des Gefäßes wird durch einen aufgeſchraubten buchsbaumenen Knopf verſchloſſen, welcher, indem er gegen ein Stück Leder feſtgeſchraubet iſt, das Queckſilber in irgend einer Richtung durchzudringen verhindert. Wenn nun das Rohr auf die gewöhnliche Art gefüllt und ausgekocht worden, ſo hält man das Inſtrument umgekehrt in eine ſenkrechte Lage, und gießt ſo viel Queckſilber in das Gefäß, daß es bis auf $\frac{2}{10}$ Zoll damit gefüllt iſt. Alsdann ſchraubt man den Boden feſt an, und ſichert ihn beſonders noch durch eine quer eingeſchraufte Meſſingſchraube.

In dieſem Barometer kann das Ende des Rohres im Gefäße niemals vom Queckſilber entblößet werden, welche Lage man auch dem Inſtrumente giebt, und es kann daher nie Luft in das Rohr dringen. Da nun die Querſchnitte des Gefäßes und der Röhre ſich wie die Quadrate ihrer

*) Gilbert's Annalen. T. XXXVIII. S. 249. u. f.

Durchmeſſer verhalten, der Durchmeſſer des Gefäßes aber = 1 Zoll, der des Rohrs = 0,3, und der der Oeffnung = 0,1 Zoll iſt, ſo iſt die Oberfläche des Queckſilbers in dem Gefäße 100 — 9 = 91 Mal größer, als der innere Querſchnitt der Röhre. Wenn folglich das Queckſilber im Gefäße um $\frac{2}{10}$ Zoll ſteigen ſoll, muß es in der Röhre 91. $\frac{2}{10}$, d. i. 18,2 Zoll fallen; ein Spielraum, welcher hinreicht, um die größten der bekannten Höhen auf unſerer Erde zu beſtimmen.

Das Barometer ſelbſt wird in die Höhlung eines gewöhnlichen Spazierſtockes aptirt, ſo daß der vorſtehende Hals des Gefäßes genau in die Höhlung paßt, und daſelbſt mit zwey kleinen Meſſingſchrauben feſt gehalten wird. Das Gefäß ſelbſt bildet den Knopf des Stockes, wenn er umgekehrt, und ſo beym Reiſen gebraucht wird.

Damit ſich die Queckſilberhöhe beobachten laſſe, iſt der Stock auf beyden Seiten, die einander entgegengeſetzt ſind, aufgeſchnitten, für die längern Skalen von 20 bis 32 Zoll, für die kürzern von 25 bis 32 Zoll. Der vordere Spalt iſt von beyden Seiten abgeſchrägt, und vorn etwas über $\frac{3}{4}$ Zoll breit. Auf der einen Seite deſſelben befindet ſich eine meſſingene Platte, nach gewöhnlicher Art in Zolle, Zehntel und Zwanzigtheile derſelben abgetheilt; an dieſer Platte bewegt ſich ein Nonius mittelſt eines kleinen Knopfs, durch deſſen Hülfe man $\frac{1}{500}$ des Zolles finden kann. An dieſen Nonius iſt ein nicht hoher Streifen Meſſingrohr befeſtigt, welcher das Barometerrohr umſpannt, und deſſen untere Kanten bey den Beobachtungen in die die Oberfläche des Queckſilbers berührende Ebene gebracht werden: der ſchmale Spalt am Stocke giebt Licht genug bey der Beobachtung zum Ableſen. An der zweyten ſchrägen Seite, gegen über iſt ein Thermometer angebracht, um die Wärme des Inſtruments anzugeben, und dort iſt auch noch Raum genug, um die gewöhnlich bey Ramsden's befeſtigten Thermometern angebrachte Correctionsſkale ſowohl, als auch Fahrenheit's Skale zu verzeichnen.

Digitized by Google

Ein dünnes Meſſingrohr mit ähnlichen Spalten wie der Stock dreht ſich auf die gewöhnliche Art um letztern gegen zwey Stifte, und deckt ſo die Spalten, wenn das Barometer nicht im Gebrauche iſt.

(Zuſ. z. S. 72. Th. VI.). Der Herr Prof. Benzenberg [α]), welcher ſich mit barometriſchen Höhenmeſſungen ſehr vielfältig beſchäftigt hat, rühmt beſonders der Einfachheit, und daher des leichtern Fortbringens wegen ſolche Barometer, wo die Skalen auf die Glasröhren ſelbſt mit Flußſäure eingeätzt ſind. Vorzüglich rühmt er dergleichen Barometer von dem Mechanikus Herrn Loos in Büdingen verfertiget, welche mit einer ſolchen Sorgfalt ſind gemacht worden, daß ſo wohl ſein Heber- als Gefäßbarometer vollkommen correſpondirend ſind, mit einer ſo fein geätzten Skale, daß die Theilung mit einer Lupe betrachtet äußerſt ſcharf begrenzt iſt, und daß man ohne Schwierigkeit $\frac{1}{400}$ Zoll ableſen kann.

Der Herr Geh. Ober-Poſtrath Piſtor [β]) zu Berlin bemerket gegen Herr Benzenberg ganz richtig, daß es bey der Theilung auf der Barometerröhre ſelbſt wegen der Parallaxe unmöglich iſt, die wahre Barometerhöhe zu beobachten; er vermuthet daher, daß Herr Benzenberg ſtatt der Kuppe des Queckſilbers den Rand deſſelben beobachten möge. Uebrigens ſey es auch bekannt genug, daß Ramsden und alle beſſern engliſchen Künſtler, ſo wie Fortie in Paris, Einrichtungen getroffen hätten, um mittelſt der Tangente des Kugelſegments, welches das Queckſilber bildet, die Höhe der Säule abzuleſen; bey der Theilung auf der Glasröhre ſey dies unmöglich, oder es bleibe nach wie vor die Parallaxe vom Rande des Rohres bis zur Mitte.

Der Herr Bergkommiſſionsrath v. Buſſe [γ]) macht überhaupt gegen alle bisher bekannte Reiſebarometer fol-

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſ. B. XXXV. S. 188. f.

β) Ebendaſ. B. XXXVI. S. 411.

γ) Ebendaſ. B. LVIII. S. 328. f.

gende nicht ganz unwichtige Bemerkungen. Darüber glaubt er mit mehreren neuern Phyſikern entſchieden zu haben, daß man zu Reiſebarometern keine Heber- ſondern Gefäßbarometer erwählen müſſe. Die allgemeine Meynung, daß es hinreichend ſey, für ein Gefäßbarometer den Nullpunkt ein für allemal nach einem Heberbarometer zu beſtimmen, hält er aus folgenden Gründen für trüglich: 1. man ſetze voraus, daß die Haarröhrchenkraft beym Heberbarometer nicht in Anſchlag zu bringen ſey, weil ſie in den beyden gleich weiten Schenkeln ſich aufhebe; allein in dem höhern Schenkel, im luftleeren Raume, werde das Queckſilber, eben deshalb weil keine Luft am Glaſe hange, vom Glaſe ſelbſt auch überwiegend angezogen, welches dagegen in dem kurzen offenen, der freyen Luft ausgeſetzten Schenkel nicht geſchieht, ſo lange ſich noch kein Queckſilberoxyd ſtatt der Luft mit dem Glaſe verbunden habe. Sey aber dies geſchehen, ſo verändere ſich 2. eben dadurch die anziehende Kraft zwiſchen Wand und Queckſilber, mehr oder weniger, ohne in zuverläßige Gleichheit mit den Wirkungen im luftleeren Raume zu kommen. Dergleichen Verſchiedenheit könne um ſo mehr die Beobachtung fehlerhaft machen, weil 3. überhaupt an beyden Skalen gerade ins zu große oder ins zu kleine hierin gefehlet seyn könne, und an jedem Heberbarometer mit gleich weiten Schenkeln die Summe dieſes Fehlers im Erfolge ſich verdoppele. Noch mehr mache es 4. aus, daß mit veränderter Temperatur auch der Nullpunkt im Gefäße ſich ändern muß. Am Fuße eines Berges ſey die Temperatur + 20°, auf dem Gipfel deſſelben — 0°, ſo könne namentlich in einem Englefield'ſchen Gefäßbarometer blos wegen veränderter Dichte des Queckſilbers der Nullpunkt um mehr als $\frac{1}{48}$ Zoll verſchieden ausfallen; wozu nun 5. noch die Raumveränderung des Gefäßes ſich geſellen könne.

Man ſollte daher das ſpeciſiſche Gewicht des wirklich gebrauchten Queckſilbers ſtets angeben, ſo genau man es mit Abwägen zu beſtimmen vermöge, und auch auf die

übrigen ſo eben angeführten Ungewißheiten mehr Bedacht zu nehmen ſuchen, als es bisher geſchehen ſey.

Da die Reiſebarometer beſonders zur Beſtimmung der Höhen gebraucht werden, und zu dieſer Abſicht eine Einrichtung haben müſſen, welche dieſem Zwecke auf die vollkommenſte Art entſpricht, ſo haben doch die bisher gewöhnlichen und bekannten Reiſebarometer noch dieſe Fehler, daß ſie wegen ihrer Länge, ihres Gewichtes, und daher wegen ihrer leichten Zerbrechlichkeit nicht gut und ſicher transportirt werden können. Um nun dieſe Fehler ſo viel möglich zu vermeiden, kam Herr John Hyde Wollaſton *) auf den Gedanken ein abgekürztes Barometer ein thermometerartiges Barometer (baromètre thermometrique) oder ein wahres Thermometer zur Beſtimmung der Höhen einzurichten, welches ſehr bequem auf allen möglichen Land- und Seereiſen fortgebracht werden könne. Die Einrichtung dieſes Inſtrumentes gründet ſich auf die allgemeine Erfahrung, daß der Siedpunkt des Waſſers mit dem veränderten Barometerſtande oder mit dem veränderten Drucke der Atmoſphäre ebenfalls veränderlich iſt. Wenn man daher der Thermometerſkale eine hinreichende Ausdehnung gebe, ſo müſſe es möglich ſeyn, das dazu eingerichtete Thermometer zur Beſtimmung der Höhen zu benutzen. Herr Wollaſton ſagt, daß dieſe Idee nicht neu ſey; man finde ſie ſchon in einer diſſert. von Fahrenheit (Barometri novi descriptio) und in einem Memoir. von Cavallo (Philos. Transact. Vol. LXXI.); allein das Inſtrument ſelbſt habe unter den Händen dieſer Gelehrten in der Ausübung keine Vollkommenheit erhalten können.

Die Skale am Fahrenheitſchen Thermometer, mit welchem Herr Wollaſton ſeine meiſten Beobachtungen angeſtellet hat, war ungefähr 4 engl. Zolle (101,6 millimètres) lang, und jeder Grad war unmittelbar in 100

---

*) Philoſoph. Transact. pour 1817. P. II auch Annales de chimie et de phyſique Tom. VIII. p. 84. ſqq.

Theile getheilt, mittelſt eines Nonius aber ließ ſich jeder Grad in 1000 Theile theilen.

Bey Vergleichung ſeines Inſtrumentes mit zwey von **Troughton** und **Carry** verfertigten ſchönen Barometern hatte **Wollaſton** gefunden, daß bey einer Barometerhöhe von 30″,603 engliſch (777$^{mill.}$,307) wo das Waſſer kochte, das Queckſilber auf 213°,367 Fahrenh. (100°,759 der hunderttheiligen Skale) ſtand; ein anderes Mal bey einer Barometerhöhe von 28″,191 engl. (716$^{mill.}$,043) ſtand das Thermometer, welches im Dampfe des kochenden Waſſers ſich befand, auf 209°,263 Fahrenh. (98°,479 der hundertth. Skale): es correſpondiren daher 2″,412 engl. beym veränderten Drucke der Atmoſphäre mit 4°,104 Fahrenh. als Veränderung der Thermometerſkale, und daraus findet man nach der Regel Detri, daß 1° Fahrenh. als Unterſchied des verlangten Siedpunktes des Waſſers eine Veränderung des Barometerſtandes von der Höhe 0″ 588 engl. verlangt. Bringt man dies auf franzöſ. Maas, ſo würde man finden, daß 1° der hunderttheiligen Skale 26$^{mill.}$, 870, wofür man 27$^{mill.}$ der Barometerſkale annehmen kann, correſpondirt.

Dieſen Erfahrungen zu Folge hat Herr **Wollaſton** ſeinem Inſtrumente folgende Einrichtung gegeben: (Fig. 17.) A iſt eine hohle Kugel mit ſtarken Wänden, an welcher die bey E gebogene Glasröhre CEDF angeblaſen iſt; die Oeffnung der Röhre, wo ſie mit der Kugel verbunden iſt, kann im Durchmeſſer $\frac{3}{10}$ bis $\frac{4}{10}$ einer Linie haben, bey B aber erweitert ſich der innere hohle Raum, verengt ſich in E wieder, ſo daß der übrige Theil der Röhre genau calibrirt ein Haarröhrchen vorſtellet, welches zuletzt in F einen etwas weitern Raum ſich endigt, und daſelbſt verſchloſſen iſt. Der Raum B muß genau ſo viel Queckſilber enthalten, als durch die Ausdehnung deſſelben von der gewöhnlichen Temperatur an bis zum Siedpunkte des Waſſers in den obern Theil der Röhre getrieben wird. Die ganze Länge dieſes Inſtrumentes braucht höchſtens 6¼ Zoll zu ſeyn, weil man demſelben die Einrichtung geben kann,

daß das Queckſilber in der Röhre nicht eher zu ſteigen anfängt, als wenn der Wärmegrad nahe am Siedpunkte des Waſſers iſt. Den Gebrauch deſſelben ſ. Höhenmeſſung barometriſche.

(Zuſ. S. 285. Th. I.) Ueber das Leuchten des Barometers hatte Herr Ritter *) zu Jena 1805 den 18. Nov. u. f. Gelegenheit, dieſe Erſcheinung mit der Wirkſamkeit einer Volta'ſchen Säule bey veränderlicher Witterung zu beobachten und zu vergleichen. Am 20. November nämlich, an welchem Tage das Queckſilber im Barometer auf $3\frac{1}{2}$ Linie gefallen war, leuchtete ein anderes Barometer, das ſonſt ſehr ſtark leuchtete, ganz außerordentlich ſchwach, ſo wie auch an demſelben Tage die Volta'ſche Säule vorzüglich ſchwach wirkte. Dieſe gleichzeitige Beobachtung des leuchtenden Barometers mit der Wirkſamkeit einer gewöhnlichen Electriſirmaſchine ſo wie der Volta'ſchen Säule beſtätige nebenbey dasjenige, was ſich noch auf directere Art gewiß machen laſſe: daß nämlich der Wechſel der Wirkſamkeit der beyden letztern, der Hauptſache nach von äußern Umſtänden (Feuchtigkeit der Luft, u. ſ. f.) ganz unabhängig ſey; denn im Vacuum des Barometers ſeyn dieſe Einflüſſe vollkommen ausgeſchloſſen, und wie wenig ſie durch das Glas vermöchten, ſehe man, wenn man daſſelbe äußerlich über und über mit Waſſer näſſe, es hinaus in die Kälte oder herein hinter den Ofen hänge u. ſ. f. Daß nun dieß Leuchten ein electriſches Phänomen ſey, ſey ſo gut als erwieſen. J. Bernoulli glaubte entdeckt zu haben, ſo wie dies ſelbſt de Luc in ſeinen Unterſuch. über die Atmoſphäre (Th. I. §. 74 und 89) behauptete, daß das Barometer nur dann leuchte, wenn das Queckſilber in der Röhre herab, nie, wenn es in ihr hinaufgehe. Herr Ritter ſagt dagegen aber, daß, wenn für ſein Leuchten gerade ein ſehr guter Tag ſey, es auch allerdings in dieſem letzten Falle leuchte. Die Leere ſey dann, ſo lange das Queckſilber hin und her-

---

*) Gilbert's Annalen B. XIX. S. 238 ff.

Digitized by Google

gehe, unaufhörlich voll Feuer; meiſt bemerke man zwiſchen dem Wechſel der Lichtſäulen oder Kegel nicht die geringſte Zeit; eine und die nämliche ſcheine blos länger und kürzer zu werden. Das helleſte Licht ſey allemal gleich über dem Queckſilberſpiegel, wo ein angenehmes Funkenſpiel ſtatt habe, während das feurige Licht in der Leere ein ruhiges ſey. Er ſowohl als auch andere ungelehrte Zuſchauer verglichen dieſes Licht mit dem Lichte einer Feuerkugel oder einer Sternſchnuppe.

Barometerveränderungen (Zuſ. z. S. 286. Th. I.). Die ſo regelmäßigen Barometerveränderungen unter der Linie und nahe dabey ſind in den neuern Zeiten ſorgfältiger beobachtet worden, als vormals. Der Herr v. Humboldt verſichert, daß in der Nähe des Aequators das Barometer am höchſten ſteht um 9 Uhr Morgens, und dann fällt bis um 4 Uhr Nachmittags, worauf es wieder ſteigt bis um 11 Uhr Abends, und wieder fällt bis um 4 Uhr Morgens. Die beiden Herren Akademiker zu Petersburg, Horner und Langsdorf *) unternahmen es, über dieſe äußerſt mühſeligen Arbeiten ſorgfältigere und mehr ins Einfache gehende Beobachtungen anzuſtellen. Die Anzahl ihrer Beobachtungen auf dem hohen ſtillen Meere, wo der Wind beſtändig regelmäßig wehet, und dieſelben weder durch Wärme noch durch Vulkane und durch andere phyſiſche Einflüſſe unregelmäßigen Veränderungen unterworfen ſeyn konnten, belief ſich auf mehr als 1400. Ihre Inſtrumente waren 1. ein Seebarometer, nach Nairne, von Troughton, mit einer in Decimallinien getheilten Skale nach engliſchem Maas, 2. ein Queckſilberthermometer mit 80theiliger Skale, ebenfalls von Troughton verfertiget, und 3. ein de Luc'ſches Fiſchbeinhygrometer, welches ins Waſſer geſtellt bey 20° auf 76° ſtieg. Bey großer Trockenheit war es unempfindlich. Dieß

*) Mèmoir. de l'Acad. roy. des scienc. de St. Petersbourg. Tom. I. p. 450. sqq. im Auszug. überſetzt vom Prof. Meinicke in Gilbert's Annal. T. LXII. S. 190. ff.

Hygrometer diente dazu, Regenwetter zwiſchen den Wendekreiſen vorauszuſehen, wo die zufälligen Veränderungen der Atmosphäre keinen merklichen Einfluß auf das Barometer haben. Aus dem Mittel von 61 Beobachtungen ergiebt ſich folgender regelmäßiger Gang zwiſchen den Wendekreiſen: der höchſte Stand iſt 9 Uhr 39 Min. Morgens 29″, 898, der niedrigſte 3 Uhr 55 Minut. Abends 29″, 809, alsdann ſteigend bis 10 Uhr 6 Min. Abends 29″,891; hiernächſt wieder ſinkend bis 3 Uhr 40 Min. Morgens 29″, 823. Die Veränderungen des Barometers ſind größer bey Tage als Nachts, und zwar um 0,2 einer Linie. Dieſe Erſcheinung iſt beſtändig und hängt wahrſcheinlich von den Wirkungen der Wärme ab, wenn gleich deren Veränderungen, ſo weit ſie ſich in der Höhe des Meeres zeigen, hiezu nicht ausreichen.

Hiernächſt wurden die größten und kleinſten Schwankungen und Höhen des Barometerſtandes mit den Sonnen- und Mondſtänden zuſammengeſtellet, um dasjenige näher herauszuheben, was von dieſen auf die Veränderungen des Barometers beſondern Einfluß haben kann. Die größten Schwankungen gaben das Mittel der Veränderungen 0″, 409, und als die größte mittlere Schwankung eines Tages 1‴, 02. Die größten Schwankungen traten ein, wenn der Mond dem Aequator nahe ſtand; auch fanden ſie einen Tag vor dem Durchgange des Mondes durch den Aequator ſtatt, wenn der Mond nach Norden ſteht, und nach dem Durchgange, wenn der Mond eine ſüdliche Abweichung hat, ſo daß die Schwankungen mit dem 3ten Grade der ſüdlichen Abweichung des Mondes zuſammentreffen. Dieß Geſetz ſcheint beſtändig zu ſeyn, da unter zehn Beobachtungen nur eine einzige Ausnahme ſtatt fand.

Der Durchgang des Mondes durch den Meridian bietet nichts beſtändiges dar; ſo wie auch die Abſtände des Mondes vom Scheitelpunkt keinen merklichen Einfluß zeigen. Die Abſtände der Sonne, welche ſämmtlich nördlich ſind, äußern ebenfalls keinen beſondern Einfluß. Endlich ſcheint aber die Breite des Orts im Allgemeinen eine

Verminderung der Schwankungen zu bewirken, wenn man ſich dem Wendekreiſe nähert, beſonders dem nördlichen.

Was die kleinſten Schwankungen des Barometers betrifft, welche täglich 0''', 61 betragen, treten im Allgemeinen dann ein, wenn der Mond über zwanzig Grade abweicht. Bemerkenswerth iſt es, daß der Unterſchied der nördlichen und ſüdlichen Abweichung (23°,8 S — 19°, 2 N.) auch die Linie des größten Mondeinfluſſes in 4°,6 der ſüdlichen ſetzt.

Die Abſtände des Mondes ſo wohl als auch der Sonne vom Zenith zeigen gar keinen merklichen Einfluß. Die kleinſten Schwankungen fanden ſtatt 9 mal in der Erdferne, 3 mal in der Erdnähe und einmal in der mittleren Entfernung des Mondes.

Auch ſind die mittleren Veränderungen des Barometers unter der Linie größer, als an den Grenzen der heißen Zone.

Hohe Barometerſtände finden unter einer geringern Breite als 17° N und 22 bis 23° S nicht ſtatt, auch nicht unter einer Abweichung des Mondes, welche geringer iſt als 16° N und 26° S.

Vom 16. April bis zum 8. May und vielleicht noch weiter vermindern ſich die Barometerhöhen fortdauernd, ſo daß die geringſte Höhe etwa bey 4½° ſüdlicher Breite eintritt. Uebrigens haben die Abſtände der Sonne und des Mondes vom Zenith keinen Einfluß auf die Barometerhöhen.

Daß das Barometer in vielen Fällen ein wahrer Wetterprophet iſt, lehrt vielfältige Erfahrung, und iſt in dieſer Hinſicht ſelbſt dem Landmann ein nützliches Werkzeug. Nach ſehr vielen Erfahrungen ſind folgende Anzeigen als ſicher anzunehmen: Wenn bey ruhigem Wetter die Atmoſphäre zum Regen geneigt iſt, ſteht das Queckſilber tief, neigt ſie ſich aber zum ſchönen Wetter, ſo ſteigt es. Wenn das Barometer bey ſehr heißem Wetter fällt, zeigt es ein Gewitter an; ſteigt es im Win-

Digitized by Google

ter, Froſt; fällt es aber bey Froſt, Thauwetter, und wenn es bey fortdauerndem Froſte ſteigt, Schnee. Tritt während des Fallens ſchlecht Wetter ein, ſo hört es bald wieder auf; tritt aber während des Steigens gut Wetter ſchnell ein, ſo geht auch dies bald vorüber. Wenn das Barometer bey ſchlechtem Wetter hoch ſteiget, und ſo zwey oder drey Tage fortfährt, ehe das ſchlechte Wetter vorüber iſt, hat man anhaltendes ſchönes Wetter zu erwarten: wenn aber bey ſchönem Wetter das Queckſilber tief fällt, und zwey oder drey Tage bey dieſem Stande bleibt, muß man auf vielen Regen, und wahrſcheinlich auch ſtarken Wind gefaßt ſeyn. Bey Oſtwind ſteigt das Queckſilber immer, und es fällt am tiefſten vor heftigen Stürmen.

(Zuſ. zu 305. Th. I.). Herr Giovene *) hatte eine Menge Beobachtungen mit dem atmoſphäriſchen Elektrometer in Verbindung mit dem Barometer angeſtellet, und gefunden, daß in der Atmoſphäre gerade zu der Zeit, da das Barometer entweder wirklich fällt, oder zu fallen geneigt iſt, häuſige Elektricität vorhanden iſt; im Gegentheil aber ſchwache und ſeltene Zeichen derſelben bemerkt werden, wenn das Barometer wirklich ſteigt, oder dem Punkte zu ſteigen nahe iſt. Dieſen Beobachtungen zu Folge iſt Herr Giovene der Meynung, daß größtentheils die wahre Urſache der wechſelſeitigen Verdünnung und Verdichtung des bald ſchwächern bald ſtärkern Drucks der Atmoſphäre, folglich auch der Barometerveränderungen in der zu- und abnehmenden Luftelektricität zu ſuchen ſey.

Gegen dieſe Hypotheſe des Herrn Giovene bemerket Herr Chiminello β), daß ſie zwar hinreichend die Barometerveränderungen bey heiterm, oder bey bewölktem ruhigen Himmel erkläre; allein ſie beantworte die Frage nicht, warum das Barometer gewöhnlich fällt, wenn Regenwetter eintritt oder bevorſteht, zuweilen aber auch

*) Memor. di Matemat. e di Fisi. della Societ. Ital. delle scienze. T. VIII.

β) Ebendaſelbſt. Tom. XIII. Par. II. pag. 140–152.

ſteigt, und Schwingungen macht? Denn vermöge dieſer Hypotheſe ſollte das Barometer allemal ſteigen, wenn es regnet, weil der Regen dem elektriſchen Feuer als Vehikel diene, aus der Luft abgeleitet, und auf der Erde vertheilt zu werden, wodurch dann die höhere Luft an Elaſticität, Verdichtung, und Drucke, gewinnen müßte.

Herr Chiminello ſtellt daher eine andere Hypotheſe auf, woraus er die Barometerveränderungen zu erklären ſich vorſtellet. Wenn nämlich zur Zeit, wo Regen, Schnee, oder Hagel entſtehen will, der Druck der Luft vermindert wird, mithin das Barometer fällt, ſo leitet er dies allerdings von der Elektricität als der vorzüglichſten und wirkſamſten Urſache her; doch glaubt er aber, daß noch andere Stoffe mitwirken, als geiſtige, öhlichte und ſchwefelichte Ausdünſtungen, welche ſich aus der Erde entwickeln, und zur Bildung der angeführten Meteore beytragen. Hier ſieht er aber blos auf die mechaniſche Wirkung dieſer Stoffe, und ſetzt die chemiſchen bey Seite, weil dieſe ohne jene zu der zu betrachtenden Wirkung nichts beytragen kann: denn bey unveränderter Maſſe bleibt ſich der Druck eines feſten oder flüßigen Körpers immer gleich, ſein Volumen mag, wie immer, wechſeln.

Ferner ſcheint ihm die von der Sonne auf der Erde erregte Wärme hiebey von großer Wirkſamkeit zu ſeyn. Dieſe Wärme zeigt ſich thätig zugleich mit den Dünſten ſowohl vor, als vorzüglich bey eintretendem Regen, gerade ſo, wie, wenn man Waſſer auf glühende Kohlen ſpritzt.

Nun laſſe ſich leicht erweiſen, daß die Luft durch das häufigere Entwickeln aus der Erde und Aufſteigen obiger Stoffe, vorzüglich des elektriſchen, und vielleicht auch des magnetiſchen Fluidums, mechaniſch afficiert, geſtoßen und aufwärts getrieben werde. Denn es ſey unmöglich, daß ſich jene Stoffe thätig zeigten, ohne die äußerſt beweglichen Theilchen der Luft zu berühren, zu ſtoßen, in etwas zu verdrängen, kurz, in Bewegung zu ſetzen. Dieſe von der Trägheit und Elaſticität der Lufttheilchen noch vermehrte Bewegung, welche einer andauernden Exploſion

ähnlich ſcheine, nehme ihre Richtung vorzüglich aufwärts, nicht ſeitwärts; denn das Aufſteigen dieſer Subſtanzen gehe zugleich auf einer großen Strecke der Erde vor. Die Folge davon ſey eine allgemeine Verdrängung der auf-liegenden Luftſchichte, verminderter Druck der Atmoſphäre, Fallen des Barometers.

Daß endlich die aus der Erde entwickelten Stoffe an Tagen, welche einem Regen, Schnee, Sturm, u. dgl. vorausgehen, erhitzt, in Bewegung geſetzt, und heftig ausgetrieben würden, zeigten mehrere Erſcheinungen. Wir ſähen alsdenn kleine Gräber und Teiche austrocknen, über Seen, Flüſſe, und Fluren Nebel entſtehen: die warmen Bäder ſtießen mehr riechende Dämpfe aus, in den Brunnen ertöne ein dumpfes Getöſe, die Luft ſey mit Gerüchen durchdrungen, auf den Sümpfen erſcheinen zu Nacht leuchtende Ausdünſtungen, die Thiere werden unruhig.

Aus allen dieſen ſcheine die mechaniſche Urſache hinreichend erwieſen, und zugleich das Fallen des Barometers bey Regenwetter viel beſſer erklärt, als in der leibnitziſchen Hypotheſe. Herr Chiminello macht hievon noch einige Bemerkungen und Anwendungen.

Um eine Erſcheinung genügend zu erklären, müſſe man aus mehreren dem Scheine nach, mitwirkenden Urſachen diejenigen wählen, welche die nachdrücklichſte, beſtändigſte und allgemeinſte ſey, und die während der Erſcheinung ſelbſt ihre Kraft zu wirken nicht verliere, oder unterbreche. Dies alles treffe aber bey der von ihm angegebenen zu.

Denn die Ausdünſtungen, wovon er die unterſuchte Wirkung herleite, gingen allemal nothwendig vor dem Regen voraus, und durchdrängen die Luft, ſie müßten nothwendig wirken, ſo lange ſie in Bewegung ſeyn; zugleich ſey ihre Wirkung ſehr nachdrücklich, wie ſich aus dem merklichen und anhaltenden Sinken des Barometers ergebe, das nicht nur mit der Menge des gefallenen Regens, ſondern zugleich mit der geſammten Wirkung der

Digitized by Google

Dünſte und anderer aufſteigender Stoffe ſowohl der Quantität als der Zeit nach im Verhältniſſe ſtehe.

Dieſe von ihm angeführte Urſache verdiene vor jener, welche die Herren de Luc, de Sauſſure und Pignotti ausgedacht hätten, als welche nur eingeſchränkt, unterbrochen, und nur ſchwach wirke; ſie verdiene den Vorzug vor der elektriſchen Materie allein, ſo wie ſie Herr Giovene vorausſetze; weil ſich daraus erkläre, wie das Barometer auch noch während des eingetretenen Regens zu fallen fortfahren könne, wie es denn öfters geſchehe; die aus der Erde jetzt aufſteigende Wärme werde die Stelle des durch den Regen abgeleiteten elektriſchen Fluidums vertreten, und der Tendenz der Luft, ſie zu verdicken, entgegen wirken. Sie verdiene endlich den Vorzug vor der Leibnitziſchen Hypotheſe, weil ſie auch zuweilen die ſtatt habende Anomalie erkläre, warum nämlich das Barometer zur Regenzeit ſteige.

Einige erklärten zwar dieſe Ausnahme aus der in den obern Luftſchichten entſtandenen Kälte, oder aus den Geſetzen des Gleichgewichtes; allein alle dieſe Erklärungen ſeyen unzureichend, die ſo ſchnelle und beträchtliche Erhöhung des Barometers gründlich auszumitteln. Herr Chiminello verwirft zwar dergleichen Urſachen nicht ganz: ſie möchten zuweilen mitwirken; wenn ſie aber öfters ganz und gar mangelten? und daß dies wirklich oft der Fall ſey, bewieſen eine lange anhaltende ſtille Witterung, eine angenehme Temperatur, ein langſames Steigen des Thermometers, ein beynahe unveränderlicher Stand des Hygrometers, eine ſehr langſame Bewegung der Wolken. In ſeiner Hypotheſe dagegen erkläre ſich alles ſehr genugthuend.

Geſetzt vor dem Regen entſtänden allmählig mäßige Ausdünſtungen, ſo werde das Barometer immerhin fallen. Brechen aber dieſe Ausdünſtungen anfangs in großer Quantität aus, und nehmen nach und nach ab, bis ſie ganz aufhören, ſo wird das Barometer anfänglich fallen, dann ſteigen, und endlich ſtehen bleiben. Nehmen wir

endlich an, daß an einem und demſelben Tage die Dünſte bald mit Heftigkeit, bald langſam, nun in Menge alsdann wieder kärglich aufſteigen, ſo wird die Luft ſich wechſelsweiſe ausdehnen und zuſammenziehen, erheben und ſinken, und ſo wird auch im Barometer eine ſchwingende Bewegung entſtehen. Dieſe Erſcheinung nimmt man nicht ſelten bey Annäherung eines Sturmes wahr.

Uebrigens könne es ſich ereignen, z. B. im Frühjahr, bey Thauwetter, wenn das Erdreich noch gefroren iſt, oder im Sommer, wenn ſchnell nach einander häufiger Regen fällt, daß das Barometer ſelbſt bey Regenwetter ſteigt; der zu gering entwickelte und in zu kleiner Menge aufſteigende Wärmeſtoff kann nämlich in dieſem Falle gegen den Drang der Luft, ſich zu verdichten, das Uebergewicht nicht erhalten. Doch bleibe dieſe Sache nach ſeiner Hypotheſe immer erklärbar. Es ſcheine alſo dieſelbe einen höhern Grad von Wahrſcheinlichkeit, als alle bisher bekannte, ja ſogar einigen Grad von Evidenz zu haben.

Chiminello's Hypotheſe ſcheint aber doch, ſo evident er ſie auch ausgiebt, in ihren Gründen nicht ſicher zu ſtehen, wenn man alle beobachtete Barometerhöhen damit in Vereinigung bringen will. Denn nirgends ſind die Ausdünſtungen aller Art ſo anhaltend und häufig, nirgends iſt die Quantität und Fortdauer des Regens ſo groß, und nirgends die Differenz der Temperatnr zwiſchen den untern und höhern Luftſchichten ſo beträchtlich, als in der heißen Erdzone. Es müßten daher nach Chiminello's Hypotheſe ſich in dieſem Erdſtriche die meiſten und beträchtlichſten Barometerveränderungen einſtellen; allein es findet gerade das Gegentheil ſtatt, indem in keinem andern Erdtheile die Veränderungen des Barometerſtandes ſo unbedeutend gefunden werden, als im heißen Erdſtriche.

In den neuern Zeiten, da man ſich die Mühe gab, die Meſſungen der Höhen mittelſt der Barometer zu einer größern Vollkommenheit zu bringen, ergab ſich aus der

Digitized by Google

großen Menge von Verſchiedenheiten gemeſſener Barometerhöhen, daß die Barometerveränderungen, und die davon abhangenden Verſchiedenheiten einen unverkennbaren Zuſammenhang mit gewiſſen meteorologiſchen Umſtänden unſerer Atmoſphäre haben. Alle diejenigen Phyſiker, welche die Barometerveränderungen genugthuend zu erklären geſucht haben, und welche im 1ſten Theile dieſes Artikels S. 287—305 angeführet ſind, nehmen auch größtentheils an, daß irgend ein meteoriſcher Umſtand dieſe Veränderungen hervorbringe. Die damaligen Beobachtungen waren aber noch viel zu geringe, um diejenigen Umſtände in unſerer Atmoſphäre zu treffen, welche die Barometerveränderungen genügend erklären. Unter den neuern Phyſikern hat beſonders Herr Ramond durch ſeine vielfältigen Barometerbeobachtungen alle Umſtände in der Atmoſphäre zu entwickeln geſucht, welche Einfluß auf die Barometerveränderungen haben *). Er unterſcheidet mit Recht eine tägliche oder regelmäßige und eine unregelmäßige Barometerveränderung. Die regelmäßige Veränderung des Barometers hängt nach ihm ganz allein von der Sonnenwärme ab. Nähme man nämlich an, die Luft ſey vollkommen ruhig, und ihre Schichten nach Anleitung ihrer, durch die regelmäßige Abnahme des Drucks und der Temperatur beſtimmten, Dichtigkeiten über einander gelagert, ſo würde das Barometer unbeweglich ſeyn. Dieſer Zuſtand könnte aber nur einen Augenblick währen. Der tägliche Umlauf der Sonne würde, durch die Erwärmung der verſchiedenen Theile der Erde nach einander, hinreichen, abwechſelnde Ausdehnungen und Zuſammenziehungen in der Atmoſphäre hervorzubringen, welche ſich in den Oſcillationen des Queckſilbers bemerklich machen würden. Sodann würde die jährliche Umwälzung dieſes Geſtirns ihre Wirkung mit

*) Gazette nationale ou le moniteur universel. N. 13. Vendredi. 13. Janv. 1809. p. 48–50. auch nouv. Bulletin des scienc. de la societ. Philom. Febr. 1809.

der, welche die täglichen Abweichungen beſtimmt, verbinden, und endlich würde die Verſchiedenheit der Klimate die Wirkungen dieſer allgemeinen Urſachen noch in jedem eigends modificiren.

Nun befindet ſich aber das Luftmeer in einer unaufhörlichen Bewegung. Seine ſo verſchiedentlich erwärmten und wieder erkälteten Säulen ſtoßen ſich zurück, ziehen ſich an, ſtürzen ſich auf einander; es entſtehen die Winde. Das Gewicht der Luft iſt für jeden Ort, in jedem Augenblicke ein anderes, und das Barometer oſcillirt auf jede denkbare Weiſe. Jeder Erfolg überlebt aber ſeine Urſache; jede Bewegung dauert über die Grenze hinaus, wo die bewegende Urſache zu wirken aufhöret. Der folgende Tag findet nicht mehr die Anordnung des vorigen Tages, und dieſelben Einflüſſe treffen von neuem anders diſponirte Elemente. Die Erfolge durchkreuzen, verwickeln, vervielfachen ſich; überall ereignen ſich plötzliche Veränderungen, die wir, weil ſie unvorhergeſehen ſich ereignen, zufällig, und wir der Verkettung der ſie vorbereitenden Umſtände nicht folgen können, unregelmäßig nennen; Veränderungen, die eben ſo gut unter ſich zuſammenhängen, wie die erſten Urſachen, deren entfernte Folgen ſie ſind, die aber die menſchliche Ungeduld der eitlen Wiſſenſchaft der Vorbedeutungen unterzuordnen ſtrebt, weil der Cyklus, der ſie wiederkehren macht, eine Dauer umfaßt, welche die Beobachtung nicht ermeſſen konnte.

Wie aber auch alle dieſe Veränderungen beſchaffen und auf welche Art ſie entſtanden ſeyn mögen, ſo üben doch die Stunde, die Jahreszeit, das Klima, immer den thätigen und herrſchenden Einfluß des Augenblicks und des Ortes auf dieſelben aus, und erweitern oder verengern ihre Gränzen. So unordentlich ſie ſcheinen mögen, ſo begreifen ſie gleichwohl den Antheil der täglichen Abweichung in ſich, wie die Stürme des Oceans die Bewegungen der Meere; und ſelbſt die Menge und die große Ausdehnung der zufälligen Oſcillationen des Barometers in unſerm Klima kann den Augen eines aufmerk-

Digitized by Google

ſamen Beobachters die periodiſche Wiederkehr der ſtündlichen nicht entziehen.

Bey ſchönem Wetter und wenn nichts das Gleichgewicht der Atmoſphäre ſtört, iſt das Barometer früh Morgens auf ſeiner größten Höhe; es ſinkt ein wenig des Vormittags, und ein wenig mehr während des Nachmittags; des Abends ſteigt es wieder, ohne jedoch in der Regel die Höhe der Frühſtunde zu erreichen, und bald ſinkt es wieder, um nach Mitternacht wieder zu ſteigen und allmählig das Maximum ſeiner Höhe zu erreichen. Eine ununterbrochene Reihe von dreytauſend und dreyhundert Beobachtungen gab Herrn Ramond nahe Ein Millimeter als die mittlere Variation in unſern Klimaten. Sie iſt etwas verſchieden nach den Jahreszeiten, und der Frühling gab ihm immer die ſtärkſten. Nicht weniger haben die Jahreszeiten auf den Augenblick Einfluß, wo das Sinken anfängt und aufhört, und die Regelmäßigkeit dieſer Bewegungen leidet zwar oft durch die zufälligen Variationen, ſelten aber wird ſie durch dieſelben verſteckt. Drey Viertheile des Jahres durch erkennt man dieſe Regelmäßigkeit ganz deutlich, und wenn Unordnungen eintreten, ſo geſchieht dieß häufiger des Morgens als des Abends. In welcher Richtung dieſe Störungen eintreten mögen, ſo ſind ſie immer das ſicherſte Zeichen einer nahen Wetterveränderung, und intereſſiren in ſo fern insbeſondere diejenigen, welche das Barometer blos ſeiner Vorbedeutuugen wegen beobachten.

Dieſelbe Erſcheinung beobachtete man auf verſchiedenen Stellen der Erde, ohne andere Verſchiedenheiten dabey zu bemerken, als welche dem beſondern Einfluß der Klimate zugeſchrieben werden können. Die periodiſchen Oſcillationen des Queckſilbers haben einige Aehnlichkeit mit dem regelmäßigen Schwanken der Meere. Sie hangen aber blos von der Sonne ab. Jeder Theil der Atmoſphäre, nach der Reihe erwärmt und wieder erkaltet, erleidet ſucceſſive Ausdehnungen und Verdichtungen, und dieſe verurſachen ſenkrecht aufſteigende und abſteigende

Strömungen, welche den Druck der Luftſäule, der dem Queckſilber das Gleichgewicht hält, bald vermindern, bald vermehren.

Es erhellet hieraus, daß der Druck und das Gewicht einer Luftſäule zwey durchaus verſchiedene Dinge ſind; daß das Barometer immer den erſtern, ſelten das letztere anzeiget; daß der Druck geringer iſt, als das Gewicht, in Gegenden und unter Umſtänden, wo aufſteigende Winde, größer im Gegentheil, wo niederſteigende Winde zu herrſchen pflegen; und daß das Verhältniß des einen zum andern ſich an jedem Ort mit jedem Augenblick der täglichen Periode ändert.

Aus dieſen Verhältniſſen ergeben ſich zwey praktiſche Folgerungen: die mittleren Höhen des Barometers in ſehr verſchiedenen Klimaten ſind unter ſich nicht vergleichbar; die Erhebung des Queckſilbers iſt gegen den Aequator hin zu ſchwach, und in den Polargegenden zu ſtark, in Vergleichung gegen den Stand in den gemäßigten Erdſtrichen; und in dieſen letztern geſtatten die mittleren barometriſchen Beſtimmungen nur in ſo weit eine Vergleichung unter einander, als ſie der nämlichen Tagesepoche angehören.

Hiernächſt unterſucht Herr Ramond die zufälligen Veränderungen des Barometers. Wenn, ſagt er, die Luft eine Flüſſigkeit iſt, welche ſich nach Art anderer Flüſſigkeiten verhält; wenn ihre Schichten nach dem Gleichgewichte ſtreben, ihre Oberfläche den horizontalen Stand ſucht, und die ſtürmiſchen Bewegungen, welche in dieſem unermeßlichen Oceane erreget werden, die Compenſationen, welche die Geſetze der Schwerkraft auf ihre Gränzen ausüben, zum nothwendigen Ziel haben, ſo kann offenbar eine Luftſäule keine andere Gewichtsveränderung erleiden, als durch Veränderungen ihrer Dichtigkeit.

Bey ſolchen Dichtigkeitsveränderungen ſind aber verſchiedene Urſachen mitwirkend. Eine davon iſt die Beymiſchung von Waſſerdunſt; reicht aber bey weitem nicht aus, die Abweichungen des Barometers in ihrer ganzen

Digitized by Google

Ausdehnung zu erklären: kaum entſpräche ſie dem ſechſten Theile dieſer Ausdehnung, und nicht ſelten ſteigt oder fällt das Barometer, wenn es ſich der Vermehrung oder Verminderung der Feuchtigkeit gemäß gerade in entgegengeſetzter Richtung bewegen ſollte. Hieraus erhellet, daß ihren Wirkungen eine andere Urſache entgegenwirken müſſe, und zwar mit einem ſolchen Uebergewicht, daß ſie, nachdem ſie die Wirkung der Feuchtigkeit aufgewogen, noch mit einem Ueberſchuß ihres eigenen Einfluſſes hervortritt.

Eine einzige der bekannten Urſachen erfüllt dieſe Bedingung, nämlich die Wärme. Sie iſt vollkommen hinreichend für alle Barometerveränderungen. Denn in unſern Klimaten, wo die Temperatur um 50° wechſelt, bedarf es nicht der Hälfte, alle Veränderungen, die ſich im Gewicht der Luftſäule ereignen, zu erklären.

Eine jede Veränderung in der Temperatur verurſachet auch eine Veränderung eines Theils der Atmoſphäre in Anſehung ſeiner Stelle, und was nun auch die Urſache davon ſeyn mag, ſo iſt die Urſache dieſer Ortsveränderung ſtets die, daß die Temperatur desjenigen Orts, von dem der Strom ausging, einem andern mitgetheilet wird. Da aber unter allen Umſtänden, welche die Temperaturveränderungen bewirken, diejenigen, welche von der Einwirkung der Sonnenſtrahlen abhängen, die mächtigſten und allgemeinſten ſind, ſo iſt die Verſchiedenheit der Klimate die erſte Urſache der Winde, und die Gegend, aus welcher ſie kommen, beſtimmt die Temperatur, die ſie uns zuführen. Anderſeits bemerkt man ein ſo genaues Verhältniß zwiſchen dem Gang des Barometers und der Richtung der Winde, daß es ihre Dichtigkeit ſo richtig anzeiget, als ob es bloß ihre Temperatur anzugeben hätte. Die Nordwinde halten es auf dem höchſten Stande; die von Mittag verurſachen die ſtärkſten Fälle: die von Abend machen es weniger ſinken als die Südwinde, und die Morgenwinde erheben es weniger, als die aus Mitternacht. Wenn dieſe Regel

mannichmal zu trügen ſcheinet, ſo kommt dieß daher, daß die Veränderungen des Windes ſich nicht immer in unſerm Erfahrungskreiſe ereignen: das Barometer kann z. B. bey einem Nordwinde ziemlich tief ſtehen, wenn er nur eine dünne Schichte trifft, über welche gemäßigtere Schichten gelagert ſind; und wenn kalte Winde in hohen Regionen wehen, ſo wird eine dünne Schicht von Südwind nur ein mäßiges Sinken verurſachen. Dieſe örtliche und beſtändig veränderliche Entſtehung verſchiedener Winde, verſchiedener Grade von Temperatur und Feuchtigkeit, die ſich, größtentheils uns unbewußt, über unſerm Haupte durchkreuzen, erklärt zugleich die Oſcillationen des Queckſilbers, die Erzeugung und Abſorption der Wolken, die Bildung des Regens, des Hagels und der Gewitter; und die innige Verbindung, welche die Idendität der beſtimmenden Urſache zwiſchen der Entſtehung Meteore und den Barometerveränderungen knüpft, iſt die Grundlage der Vorbedeutungen, welche man aus der Beobachtung dieſes Werkzeuges zieht.

Daß der Einfluß des Windes auf die Barometerhöhe oft beträchtlich iſt, lehret eine allgemeine Erfahrung. Schon mehrere Phyſiker vor Ramond haben die Barometerveränderungen überhaupt von den Winden ableiten wollen, und Hr. Burckardt ſucht aus den Beobachtungen der Herren Bugge und Meſſier darzuthun, daß die Winde allerdings eine mitwirkende Urſache der Barometerveränderungen ſind. Bey Vergleichung dieſer Barometerbeobachtungen, welche in Kopenhagen und in Paris angeſtellet waren, fand er, daß die mittlere Barometerhöhe ſo wohl zu Kopenhagen als auch zu Paris bey Oſtwind die bey Weſtwind ungefähr um 2½ Linie franzöſiſches Maaß übertreffe.

Auch hat das Steigen und Fallen der Gewäſſer in Meeren und Seen mit dem Steigen und Fallen des Queckſilbers im Barometer die genaueſte Verbindung, wie dies ſorgfältige Beobachtungen in den neuern Zeiten bewieſen

haben. Dergleichen Beobachtungen ſind auf den Seen der Schweitz und auf dem baltiſchen Meere angeſtellet worden, und wahrſcheinlich finden ſie auf allen Meeren und Seen ſtatt. Wenn das Waſſer ſteigt, fällt das Barometer, und wenn das Waſſer zu fallen anfängt, iſt auch das Steigen des Barometers nicht weit davon entfernt; auf dieſe Art ſtehen die Bewegungen des Waſſers und des Barometers in verkehrtem Verhältniſſe, und zwar auf die Weiſe, daß die Aenderung des Waſſers gemeiniglich etwas früher eintritt. Da alſo dieſe Bewegungen in einer ſo genauen Verbindung mit einander ſtehen, ſo iſt es auch natürlich zu folgern, daß beyde Veränderungen von einer und derſelben Urſache herrühren müſſen, und daß folglich der veränderliche Druck der Atmoſphäre auch einen veränderlichen Druck auf die Oberfläche des Waſſers ausüben, und mithin daſſelbe bald niederdrücken, bald erhöhen müſſe. M. ſ. d. Art. Meer.

M. ſ. Mèmoir. de l'Acad. roy. de scienc. de St. Petersbourg Tom. I. p. 450. sqq. Mèmoir. di Matemat. e di Fisic. della societ. Itali. delle scienze. Tom. VIII. e Tom. XIII. Gehlen's Journal für die Chemie, Phyſik und Mineral. B. VIII. S. 195. f. S. 497. ff. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIII. S. 355. f. B. XXXVI. S. 314. B. LXII. S. 190. f.

Bathometer (N. A.) iſt ein Werkzeug, die Tiefe des Meeres damit zu meſſen, und wird auch Meeresſonde genennt. Im Artickel Meer S. 531. Th. III. iſt bereits angeführet, daß Herr **Buache** an einigen Stellen das Meer ſondirt hatte. Es iſt aber dieſer Theil der Phyſik beſonders aus dieſem Grunde vernachläſſiget worden, weil die Schiffskapitäne die Sondirung des Meeres nicht leicht geſtatten. An mehreren Stellen des hohen Meeres wollte man mit den Sonden gar keinen Grund gefunden haben. Dagegen ſind aber einige der Meynung geweſen, daß es mehr an der Art liege, wie man die Meeresfläche ſondire, als an der Unergründlichkeit des Meeres ſelbſt. Gewöhnlich

O 2

Digitized by Google

dienet zur Sondirung des Meeres ein 30 bis 40 Pfund ſchweres Stück Bley, welches an einem dünnen Seile befeſtiget iſt. Daß aber dieſe Vorrichtung bey ſehr großen Tiefen nicht ſicher zu gebrauchen ſey, haben einige Phyſiker davon ableiten wollen, daß man endlich in großen Meerestiefen dahin kommen könne, daß das Gewicht und die Schnur zuſammengenommen eben ſo viel wiegt, als das verdrängte Waſſer, in welchem Falle ſich nun die Sonde nicht mehr ſenken könne, ſondern vielmehr ſeitwärts, wie ein ſchwimmender Körper, entferne. Herr Bouger verwirft aber dieſe Meinung nach genauer Betrachtung als irrig. Wenn nämlich die Schnur der Sonde ſich mit Waſſer durchzogen hat, ſo iſt ſie ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, und alsdenn hat die Sonde immer ein bedeutend größeres Gewicht, als ein gleichgroßes Waſſervolumen; und eben aus dieſem Ueberſchuſſe an ſpecifiſchem Gewichte entſteht ein Theil der Schwierigkeiten bey dem Sondiren. Herr Bouguer hat einige Vorſchläge gethan, um dieſen Schwierigkeiten abzuhelfen; allein er glaubte ihnen nicht ganz abhelfen zu können. Herr v. Fletieu ſchlug vor, die Schnur aus Pferdehaaren zu verfertigen, damit ſie einerley ſpecifiſches Gewicht mit dem Waſſer habe, und immer nur das Gewicht des Bleyes allein die Sonde herabziehe. Aber auch alsdenn würden noch die größten Hinderniſſe bey Sondirungen in großer Tiefe beſtehen, daß nämlich die Schnur bald zu kurz iſt, bald beym ſtürmiſchen Meere zerreißt.

Dieſe Schwierigkeiten hatten ſchon frühere Naturforſcher beſtimmt, auf andere Einrichtungen zu denken, mit welchen ſich die großen Tiefen des Meeres ſicherer und leichter meſſen ließen. Alle von dieſen vorgeſchlagenen Bathometer ſind darinn einander ähnlich, daß ſie aus zwey Stücken beſtehen, von welchen das eine ſpecifiſch ſchwerer, das andere ſpecifiſch leichter als das Meerwaſſer iſt; daß beyde Stücke verbunden im Waſſer ſinken, bis ſie auf dem Boden ankommen, hier aber ſich von einander trennen; und daß dann das ſpecifiſch leichtere zu der Oberfläche

wieder hinaufſteiget, ſo wie ein Luftballon in der Atmoſphäre aufwärts ſchwimmt. Dieſe Bathometer beruhen alſo auf einerley Princip, und weichen nur in der mehr oder weniger glücklichern Art der Ausführung von einander ab.

Dr. Hooke α) ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, der ein Bathometer dieſer Art vorgeſchlagen hat. Es beſtand daſſelbe aus einer gut gefirnißten hölzernen Kugel mit einer gekrümmten Stahlfeder, an welche ein Stück Bley, Eiſen oder Stein mittelſt eines Hakens gehängt wurde. Dieſes Gewicht zog die Kugel mit hinab; beym Aufſtoßen auf den Boden löſete ſich die Feder aus, und die Kugel ſtieg wieder aufwärts. Mittelſt einer Sekundenuhr wurde die Zeit beobachtet, welche bis zum Erſcheinen der Kugel verfloß. Varenius hat von dieſem Bathometer eine kurze Beſchreibung gegeben, und zugleich die Verſuche angeführet, die damit ſind angeſtellet worden. Nachher hat Dr. Hooke dieſes Inſtrument etwas verbeſſert, es mit Flügeln nach Art der Windmühlen und mit Räderwerk verſehen, um den herab- oder heraufwärts durchlaufenden Weg zu meſſen. Nachher ſind mehrere Arten von Bathometern beſchrieben worden von Deſaguliers β), welche die Meerestiefe durch Compreſſion der Luft meſſen ſollten; allein ſie ſind nicht in Gebrauch gekommen.

Ein gewiſſer Künſtler, Namens Greenſtreet γ) beſchreibet ein Bathometer, welches viel Aehnlichkeit mit dem des Herrn Dr. Hooke hat. An ein langes Stück Holz wird ein Gewicht gehängt, welches das Inſtrument in das Waſſer herabzieht; auf dem obern Ende des Holzes ſteht ein Schwimmer, der, wenn das Holz wieder herauf gekommen iſt, zum Waſſer herausraget; und in der Mitte des Holzſtückes iſt eine Art von Schenkel angebracht, in welchem ſich eine den Wegmeſſern ähnliche

---

α) Philosophical experiments and observations. Lond. 1726.

β) Cours de physique.

γ) Repertory of Arts and Manufactures. Vol. II.

Vorrichtung befindet. Dieſe beſteht aus einer Spirale von Holz, welche von dem Waſſer in die Runde getrieben wird, das durch den Schenkel und eine Seitenröhre hindurchſtrömet, während das Inſtrument zu Boden ſinkt. Die Achſe der Spirale endiget ſich mit einer Schraube ohne Ende, welche in das Räderwerk eingreifet, und dieſes iſt mit Zeigern und Zifferblättern verſehen, welche die Zahl der Umläufe der Spirale zählen. Beym Aufſtoßen auf dem Meeresboden wird ein Stift zwiſchen die Zähne des erſten Rades geſchoben, und dadurch die fernere Bewegung gehemmt. Hierbey wird aber weſentlich erfordert, daß man durch viele Verſuche das Räderwerk genau der Länge der Achſe der Spirale proportionirt habe; ein Umſtand, der ſchwer zu erhalten iſt.

Herr Luiſcius beurtheilt dieſes Inſtrument umſtändlich und zeigt, welche Vorzüge es vor andern und welche Fehler es hat. Er ſchlägt ein Bathometer vor, welches zwar auf einerley Grundſätzen mit dieſem beruhet, glaubt aber doch daſſelbe von den Fehlern des Greenſteet'ſchen befreyet und demſelben eine größere Vollkommenheit, als andern, gegeben zu haben. Es beſteht daſſelbe aus einem Schwimmer, welcher einen Erkennungs-Wimpel trägt, aus einem Odometer, und aus einem Gewichte, das entweder einfach und unbeſtimmt, oder zuſammengeſetzt und von beſtimmter Art iſt. Die Vor-Sonde, mit welcher Herr Luiſcius vorläufig die ſcheinbare Tiefe und die Natur des Meeresgrundes, an der Stelle, wo ſondirt werden ſoll, unterſucht, um danach die Art des Gewichtes am Bathometer auszuwählen, beſteht blos aus einem Schwimmer mit ſeinem Erkenntniß-Wimpel und aus einem einfachen Gewichte. Der Schwimmer iſt ein hohler Cylinder, aus ſtarkem Kupferblech, der ſich oben und unten koniſch endiget. Durch die Spitze des untern Kegels geht eine cylindriſche Röhre; die Spitze des obern endiget ſich mit einer Schraube, an welcher der Wimpelſtoß befeſtiget wird, der eine runde, ſenkrecht ſtehende Scheibe und zuoberſt den Wimpel oder die Fahne trägt.

Digitized by Google

Das Gewicht beſteht aus einem Cylinder, der ſich unten in einem Knopfe endiget, und längs ſeiner Achſe durchbohrt iſt; durch die Achſe geht ein eiſerner Stab, an welchem unten eine kupferne Kugel angeſchroben iſt, und der ſich oben wie eine Pike endiget. Dieſer Stab bewirkt beym Aufſtoßen auf den Grund des Meeres die Ablöſung des Schwimmers von dem Gewichte, und hemmt zugleich den Odometer, durch einen Mechaniſmus, der ſich ohne Figuren nicht deutlich darſtellen läßt. Durch dieſen Mechaniſmus hauptſächlich unterſcheidet ſich das Bathometer des Herrn Luiſcius von den frühern Inſtrumenten dieſer Art, und hierin übertrifft es ſie durch Zuverläſſigkeit der Wirkung. Die große Vor-Sonde des Verfaſſers entſpricht in ſo weit ebenfalls dieſer Beſchreibung. Das Bathometer unterſcheidet ſich von ihr dadurch, daß es mit einem Odometer verſehen iſt, wie die ähnlichen Inſtrumente Hooke's und Greenſteet's.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik B. XXXIII. S. 417. f.

Batterie, galvaniſche. (Zuſ. z. S. 108. ff. B. VI.) Auch die Herren Hatchette, Deſormes und Allizeau hatten die Abſicht, galvaniſche Säulen von dauernder und conſtanter Wirkung zu erreichen. Die beyden erſten wollten folgende Thatſachen aufgefunden haben, welche über die Theorie der Elektricität ein großes Licht verbreiten müßten *).

1. eine iſolirte elektriſche Säule ſey eben ſo, wie eine iſolirte Nairn'ſche Elektriſirmaſchine, eine unerſchöpfliche Quelle von Elektricität, und

2. viele feſte und trockene Stoffe z. B. Kraftmehl, rein oder mit Salzen vermiſcht, könnten die Stelle der feuchten Subſtanzen in der Volta'ſchen Säule vertreten, wodurch die Errichtung von Säulen möglich werde, die als unverſiegbare und faſt unveränderliche Quelle der elektriſchen Flüſſigkeit anzuſehen ſeyn.

*) Intelligenzblatt der allgem. Litterat. Zeit. 1802. d. 22. Sept. Nr. 168.

Herr Ritter *) erinnerte aber dagegen, von dieſen Thatſachen ſey die erſtere nicht neu, und die zweyte nicht wahr. Die eigentliche Thatſache ſey, daß kein feſter und wahrhaft trockener Stoff die Stelle der feuchten Subſtanz in der Volta'ſchen Säule vertreten könne, welches alſo eine Zuſammenſetzung ſolcher Säulen unmöglich mache, die als unverſiegbare und beynahe unveränderliche Quellen der elektriſchen Flüſſigkeiten anzuſehen seyn. Das reine Kraftmehl werde keine Kraft mehr haben, ſo wenig als das mit verſchiedenen Salzen vermiſchte, wenn es zuvor auf einem Ofen oder einer Platte über Kohlen recht ſey ausgetrocknet worden. Der täuſchende Umſtand ſey, daß man alle Körper als Hygrometer anſehen müſſe, und wir es wohl nie mit einem trockenen feſten Körper zu thun hätten, wenn er nicht etwa aus dem Ofen komme, und ſelbſt während des Verſuchs noch in einer Temperatur erhalten werde, die höher als die ſeiner Umgebung ſey, weil er ſonſt gleich wieder mit Feuchtigkeit aus der Luft beſchlagen würde. Wachstuch oder Leder, wie ſie aus dem Laden kämen, mit Zink und Kupfer zu Säulen geſchichtet, gäben eben ſo groſſe Spannungen, als wenn man ſie zuvor mit Salzwaſſer getränket hätte, nur daß, um mit ſolchen Säulen elektriſche Batterien zu laden, Stunden und Tage nöthig seyn, und von der Wirkung während der Schließung derſelben nichts bemerkbar werde. Es ſey begreiflich, daß das feuchte Kraftmehl, ob es gleich auch trocken ſcheine, etwas mehr thue. Man trockene aber jene Stoffe auf dem Ofen recht gut aus, ſo habe die Säule weder die geringſte Spannung, noch leiſte ſie ſonſt etwas. Zuletzt bemerket er noch, daß er bewieſen habe, ein inwendig ganz trockener Körper brauche nur auf der obern und untern Fläche mit Feuchtigkeit beſchlagen zu seyn, um ſogleich Spannung und Wirkung in die Säule zu bringen.

*) Intelligenzblatt der allgem. Litter. Zeit. 1802. d. 22. Sept. Nr. 193.

Dieſe von Ritter aufgeſtellten Behauptungen glaubte ein Arzt in Osnabrück, Herr Dyckhoff [α]) durch folgende Erfahrungen widerlegen zu können: er habe aus Zink- und Kupferſcheiben von drey Zoll Durchmeſſer eine Säule mit 10 Lagen erbauet, indem er jede Lage von der andern blos durch zwey Stückchen grünem Glas von der Größe einer Linſe getrennt, und ſo eine Säule erhalten habe, in welcher Luftſchichten die Stelle der feuchten Leiter vertraten. Mit Hülfe des Mikroelektrometers habe dieſe Säule ungefähr dieſelbe Divergenz, als eine Säule aus ſechs Lagen mit naſſen Tuchſcheiben hervorgebracht; auch habe ſie eine Flaſche auf die gewöhnliche Art bis zum gleichen Grade von Elektricität geladen. Herr Ritter bemerket dagegen aber, daß dieſer Verſuch, auch wenn er richtig ſey, doch nichts beweiſe, da die Glasſtückchen vor dem Einlegen weder erhitzt, noch vor dem Beſchlagen mit neuer Feuchtigkeit durch Austrocknung der umgebenden Luft geſchützt waren, auch mit bloßen Händen, die immer etwas feucht ſind, eingeleget wurden. Eine mit ausgewärmtem Metalle und Glas von 600 Schichtungen aufgebaute Säule gab weder Spannung noch ein Zeichen vorhandener Elektricität [β]).

Der Herr Bouvier zu Jodoigne [γ]) errichtete nach Dyckhoff eine Säule aus 100 Lagen Kupfer und Zink mit Hülfe des dünnſten Glaſes; ſie blieb aber vollkommen unwirkſam für Gefühl und Geſchmack, wenn er die Scheiben putzen und zuvor erwärmen ließ, oder wenn er daraus eine breite Säule von 5 Lagen conſtruirte.

Da es alſo nicht möglich zu ſeyn ſchien, mit trockenen Zwiſchenleitern Säulen zu bauen, welche eine conſtante Wirkung hervorzubringen im Stande wären, ſo gab Allizeau [δ]) folgenden neuen Apparat an: Zink-

---

α) Voigt's Magazin. B. IV. S. 791.

β) Ebendaſ. B. VI. S. 98.

γ) Journal p. v. *Mons.* Tom. IV. p. 309.

δ) Journal de phyſique. Tom. LVII. p. 74. ſqq.

und Kupferplatten wurden zuſammengelöthet und in einen flachen überfirnißten Metallring gefaßt, auf deren Zinkſeite ein Ring aus Fayence oder Porzellan aufgekittet iſt. Dieſen Ring ſchüttet man voll unzerkleinerten Kochſalzes, welches mit Waſſer befeuchtet wird, ſo daß damit alle Zwiſchenräume der Salzkryſtalle völlig ausgefüllet ſind, und daß, wenn man das zweyte Plattenpaar mit der Kupferſeite auf den Ring deckt, dieſes mit dem Salze, dem Waſſer und dem Ringe in vollſtändiger Berührung, und der Luft der Zutritt möglichſt verſperrt ſey. Da Kochſalz und Waſſer ohne Mitwirkung der Luft nur eine unbedeutende Wirkung auf Kupfer haben, ſo findet bey dieſer Einrichtung nur eine ſehr geringe Oxydirung der Metallplatten ſtatt, welches nicht der Fall iſt, wenn die Ringe mit reinem Waſſer, oder einer Auflöſung im Waſſer, oder mit Salmiak gefüllet ſind, wie ſich Allizeau durch frühere Verſuche überzeuget hat. Auch fand er, daß fein geſtoßenes Kochſalz minder gut, als das gewöhnliche Kochſalz, wirkt. In allen übrigen iſt ſein Apparat in nichts von dem gewöhnlichen verſchieden.

Es wurden zwey Säulen aus 40 Schichtungen, die eine nach Allizeau's Art, die andere mit Tuchſcheiben, welche in einer geſättigten Kochſalzauflöſung getränkt waren, mit einander verglichen, jedoch nur durch Schläge und Empfindungen, welche ſie in mehreren Perſonen hervorbrachten. Gleich anfänglich waren die Wirkungen beyder für die Empfindung völlig einerley; den folgenden Tag darauf war die gewöhnliche Säule ſchon ſehr ſchwach geworden, Allizeau's Säule aber hatte noch ihre völlige Wirkſamkeit. Nachdem am 7ten Tage nach der Errichtung beyder Säulen, wovon die eine ſchon am dritten Tage die Wirkſamkeit verloren hatte, Allizeau's Säule die verdunſtete Feuchtigkeit mittelſt eines Hebers wieder gegeben hatte, ſtellte ſich die Wirkſamkeit in ihrer erſten Intenſität wieder ein. Durch dieſes Mittel war man im Stande, die Säule 53 Tage lang, ohne merkliche Abnahme an Intenſität, wirkſam zu erhalten.

Jetzt wurde ſie aus einander genommen. Die Plattenpaare waren blos an ihrer Zinkſeite ein wenig geſchwärzt. Auf der Kupferſeite zeigte ſich nahe am Ringe ein ſchwarzer Kreis, wie von reducirtem Zink, und in der Mitte nur einige Punkte grünen Oxyds, in geringer Menge. Das Salz hatte an ſeiner Oberfläche einen ſehr ſchwachen grünen Ueberzug, und es fanden ſich hier einige Theile, die einem weißen Oxyd glichen. Das Salz wurde im Waſſer aufgelöſet, und Ammoniak hinzugegoſſen, es färbte ſich aber nicht blau. Hieraus war klar, daß nur wenig Oxyd vorhanden war.

In dieſem erſten Verſuche war die Säule die ganze Zeit über ungeſchloſſen, den Augenblick abgerechnet, welcher beym Prüfen eine Schließung verlangte. Nachdem ſie nun wieder von neuem aufgebauet, und durch einen Draht, der ihre beyden Enden berührte, geſchloſſen wurde, war ihre Wirkſamkeit nach ein Paar Tagen, als der Draht fortgenommen wurde, merklich geſchwächt, nahm aber nach einigen Augenblicken zu. Nun blieb die Säule wiederum gegen 3 Tage geſchloſſen; nach Wegnahme des Drahtes war die Wirkung äußerſt ſchwach, ſtieg aber zu einem hohen Grade, als man ihr das bey der großen Hitze verdunſtete Waſſer wieder gab; noch zeigte ſich keine Spur von Oxyd. Ueberhaupt war immer gleich nach dem Trennen die Elektricität der Säule unmerklich, oder nur ſchwach, fand ſich aber, wenn ſie ungeſchloſſen blieb, nach längerer oder kürzerer Zeit, ungefähr in ihrer anfänglichen Intenſität, wie man ſie in der offenen Säule wahrgenommen hatte, wieder ein.

Nachdem dieſe Säule 16 Tage lang geſchloſſen war, wurde ſie wieder auseinander genommen; das Salz war äußerſt trocken, und es zeigte ſich im Ganzen nur ſehr wenig Oxyd. In den 23 obern Lagen war das Kupfer mit einem ſehr dünnen Ueberzuge wiederhergeſtellten Zinkoxyds bedeckt, und in den 17 untern fanden ſich einige Punkte grünen Oxyds, und nur ſehr wenig, oder gar kein ſchwarzes Oxyd; an den übrigen Stellen glänzte das

Kupfer roth und metalliſch. Das Salz war ohne alle merkliche Färbung.

Noch hat Allizeau verſuchet, auf vertieften Zink- und Kupferſcheiben, welche die Form von Näpſchen haben, und zuſammengeſchmolzen ſind, ähnliche Säulen zu erbauen. Sie haben nach einer Vergleichung mit den erſten Säulen dieſelben Vorzüge, und ſind weniger koſtſpielig. Das in die Näpſchen gefüllte naſſe Salz läßt ſich in genaue Berührung mit der darauf gelegten vertieften Platte bringen, die Luft berühret nur wenig vom Salze, und dieſem läßt ſich die verdunſtete Feuchtigkeit hier noch leichter wieder geben.

Im Jahre 1805 hatte der D. Joſeph Baronio α) zu Mailand die Beſchreibung einer galvaniſchen Batterie bekannt gemacht, welche blos aus vegetabiliſchen Stoffen zuſammengeſetzet iſt. Mit dieſer wollte er vorzüglich an einem Froſchpräparate galvaniſche Wirkungen wahrgenommen haben, und er fordert daher die Phyſiker auf, ſeine Verſuche zu wiederholen. Er hoffte, daß man auf dieſe Art durch fortgeſetzte Unterſuchungen dahin kommen werde, daß man die galvaniſche Lehre auch auf das ganze Pflanzenreich werde anwenden können.

Die galvaniſche Societät zu Paris, durch dieſen Aufruf bewogen, errichtete eine Säule von Baronio's Art, fand aber, daß dieſelbe weder an einem Froſchpräparate noch an einem Mikroelektrometer die geringſte galvaniſche Wirkung zeigte β).

Faſt zu gleicher Zeit hatte Herr Maréchaux γ) zu Weſel, als Correſpondent der galvaniſchen Societät zu Paris, derſelben angezeiget, daß er ſeit einiger Zeit galvaniſch-elektriſche Säulen gebrauche, die aus Zink, Meſſing und trockener Pappe zuſammengeſetzt ſind, und macht

α) Moniteur vom 22. Brumaire (13. Nov. 1805). Voigt's Magazin. B. XI. S. 69.

β) Annales de Chimie. Tom. LVII. p. 64. ſq.

γ) Ebendaſ. p. 61. Gilbert's Annalen. B. XXII. S. 313. f.

Digitized by Google

daben die Bemerkung, daß Feuchtigkeit keine unnachläſſige Bedingung zur Erzeugung der galvaniſchen Elektricität ſey. Die galvaniſche Societät zu Paris erbauete ſogleich eine Säule von Maréchaux's Art auf einer größern Meſſingſcheibe als Grundlage von 49 Lagen. Durch die größere Scheibe waren nahe am Rande drey Löcher gebohrt, und durch dieſe drey ſeidene Schnüren gezogen, welche über der Säule zuſammengeſchürzt, und an einem Haken aufgehängt wurden. Sie wurde mit dem von Herrn Veau-Delaunay vereinfachten Maréchaux's Mikroelektrometer verbunden und zeigte daran eine Spannung von 360° des Mikroelektrometers, von welcher man ſich verſicherte, daß ſie keine Wirkung der Luftelektricität, ſondern galvaniſcher Anziehung ſey. Die Bedingung des Aufhängens einer ſolchen trockenen Säule war indeſſen nicht nothwendig; denn ſtehende Säulen mit trocknen Pappenſcheiben ganz frey aufgebauet zeigten eben ſo gut, als hängende am Maréchaux'ſchen Mikroelektrometer kleine Wirkungen, wie ſelbſt Herr Maréchaux in Gegenwart des Herrn Prof. Gilbert zu Halle gezeiget hatte.

Die galvaniſche Societät zu Paris hatte auch ſtatt Pappe Löſchpapier verſuchet; allein in dieſem Falle wollte die Säule nicht die geringſte Wirkung zeigen. Herr Maréchaux, welcher nach der Zeit mehrere Subſtanzen bey ſeiner Zink-Meſſingſäule verſuchet hat, bemerket aber dagegen, daß bey ihrem Verſuche irgend ein Verſehen vorgegangen ſeyn müſſe *). Eine einzige Scheibe Löſchpapier zwiſchen zwey Plattenpaare gelegt, gab ſchon Elektricität; die Anziehung ward aber ſtärker, wenn er drey und mehrere Blätter über einander legte. Mit 5 oder 6 Blättern war ſie eben ſo ſtark, als wenn er Pappenſcheiben nahm. Da es ihm nicht glücken wollte, durch dieſe und andere Subſtanzen die trockene Säule bedeutend zu erhöhen, ſo verſuchte er an der Stelle des eines Metalles andere Subſtanzen zu gebrauchen. Die meiſten,

*) Gilbert's Annalen. B. XXIII. S. 220. u. f.

womit er einen Verſuch machte, gaben ihm keine beträchtliche Wirkung, bis er endlich das Reißbley wählte, und davon eine Säule von 30 Plattenpaaren aufbauete, ſo daß in ihr das Reißbley die Stelle des Meſſings vertrat. Unter gleichen Umſtänden gaben Divergenz am Mikroelektrometer

Säulen aus 30 Schichtungen

Zink — Meſſing — trockene Pappe . . .	220°
Zink — Meſſing — naſſe Pappe . . .	420°
Zink — Meſſing — ſalzige naſſe Pappe	440°
Zink — Reißbley — trockene Pappe . .	460°

Es gab alſo die letztere trockene Säule mehr Elektricität, als die Zink-Meſſingſäule, deren Pappſtücke mit Kochſalzlauge befeuchtet waren. Dieſe trockene Säule war dem Herrn Maréchaux beſonders dadurch noch merkwürdig, daß ſie in ihren chemiſchen Wirkungen von der Volta'ſchen Säule mit feuchten Leitern ganz abwich. Sie gab bey ihrer großen Intenſität in dem Gasapparate keine Spur von Glasbildung. Auch bey der Berührung des einen Pols mit der bloßen Hand, und des andern mit der Zunge verurſachte ſie keinen Stich, keine Säure, keinen Blitz u. ſ. w. Es ſchien ihm daher dieſe trockene Säule eine Entdeckung zu ſeyn, welche in der Lehre der Elektricität nicht ohne Werth ſeyn wird, weil ſie zu Vergleichungen das Mittel darbietet. Sie weiſe deutlich auf die Rolle hin, welche das Waſſer in der Volta'ſchen Säule ſpiele, und werde uns lehren, dasjenige, was der Elektricität gehöre, von den Phänomenen zu trennen, welche der Oxydation zugeſchrieben werden müßten.

Gegen dieſe trockene Säule hatte der Herr Profeſſor Ermann zu Berlin die nicht ganz ungegründete Einwendung gemacht, daß bey derſelben die trockenen Pappenſcheiben als wahre hygroſkopiſche Subſtanzen wirkten. Allein dem Herrn Maréchaux wollte dies nicht ſo ganz einleuchten, und er verließ den Gedanken nicht, trockene galvaniſche Säulen zu errichten. Zu derſelben Zeit war ein gewiſſer Candid. der Mathem. im damal. ſchwed. Pom-

Digitized by Google

mern (jetzt Neu-Vorpommern) Herr Georg. Bernh. Behrens *) auf die Idee gekommen, einen feſten Körper zu finden, welcher ſich, zwiſchen zwey verſchiedene Metalle gebracht, als paſſiver Leiter verhalten möchte. Er prüfte daher mehrere Steine, und erwärmte ſie vorher ſehr ſtark. Der warme Feuerſtein zeigte ſich wirklich als paſſiver und mäßig guter Leiter; vorher hatte er ihn aber auf der einen Seite mit Kupfer und auf der andern mit Zink gerieben. Er legte alsdann (Fig. 18.) über die Kupferplatte K, welche in K mit einem Griffe verſehen war, die Zinkplatte Z, auf dieſe den Stein s mit der verzinkten Seite an z. Das Ganze umwickelte er feſt mit Seide und ließ alsdann den Apparat ſo lange auf einem heißen Ofen liegen, daß er ganz trocken war. Nachher fand er, daß ein kupferner Condenſator, welcher K berührte, E erhielt, wenn er das Ende C berührte; umgekehrt bekam er + E, wenn er K faßte und mit dem andern Ende C den Condenſator berührte. Hiernächſt band er an die Kupferplatte C noch eine Zinkplatte, erwärmte den Apparat von neuem, und fand nachher dieſelben Reſultate, nur mit dem Unterſchiede, daß die elektriſche Wirkung gerade noch einmal ſo groß, als vorhin war. Hiedurch hatte alſo Herr Behrens bewieſen, daß eine elektriſche Säule ohne Feuchtigkeit möglich ſey. Durch dieſen ſeinen erſten Verſuch aufgemuntert, verſuchte er noch viele andere Körper in der Hoffnung, einen beſſern und geſchicktern Leiter zu finden, als der Stein war. Allein keiner wollte ihm glücken, bis er endlich Goldpapier wählte und zwiſchen die Plattenpaare ſo brachte, daß die vergoldete Seite an die Kupferplatte gelegt war, welches gut wirkte; noch beſſer fand er es, wenn er das Goldpapier vorher in eine ſchwache Salzauflöſung getaucht und nachher durchaus getrocknet hatte. Nun bauete er eine Säule aus 80 Schichtungen Zink, Kupfer, Goldpapier, und die Verſuche, die er damit anſtellte, gaben ihm folgende Reſultate:

*) Gilbert's Annalen. B. XXIII. S. 1. u. f.

1. Die Enden der Säule zeigten entgegengeſetzte elektriſche Pole in derſelben Ordnung, wie der Volta'ſchen Säule mit feuchten Leitern ſtatt des Goldpapiers.

2. Die elektriſche Spannung der Pole war ſowohl bey der iſolirten Säule, als auch dann, wenn der eine Pol ableitend berühret wurde, gleich der Spannung einer Volta'ſchen Säule K, Z, FL, von einer gleichen Zahl Plattenpaare.

3. War an einen Pol ein Goldblättchen gebracht, ſo zog der Draht des andern Pols dieſes in einiger Entfernung an.

4. War mit dem einen Pole ein Condenſator verbunden, während der andere ableitend berühret wurde, ſo wurde der Condenſator zwar eben ſo ſtark, wie durch die gleiche Volta'ſche Säule geladen, aber nicht, wie durch dieſe nach einer augenblicklichen, ſondern erſt nach einer mehrere Sekunden dauernden Berührung.

5. Die Säule gab keine Funken, ließ aber auch den Schlag einer Flaſche nicht durch.

6. Die Säule bewirkte unter den günſtigſten Umſtänden nicht die geringſte Waſſerzerlegung, wie Maréchaux an ſeiner Säule ebenfalls bemerket hatte, nicht die ſchwächſte Senſation, nicht die kleinſte Veränderung der Pflanzenfarbe; kurz, ſie zeigte keine Spur irgend einer der ſogenannten galvaniſchen Erſcheinungen.

Dieſe Säule blieb drey Monate lang größtentheils mit geſchloſſener Kette ſtehen, und während dieſer Zeit hatten die Platten ihren anfänglichen metalliſchen Glanz, ſo wie ihre Wirkſamkeit nicht im geringſten verloren.

Herr Prof. Ermann glaubte aus der Erfahrung, daß in dieſen ſogenannten trockenen galvaniſchen Säulen die elektriſche Spannung eine beträchtliche Zeit gebrauche, ehe ſie dieſelbe Intenſität erhält, welche ſie bey der gewöhnlichen Volta'ſchen Säule mit feuchten Leitern augenblicklich giebt, darthun zu können, daß Pappe oder Papier immer als hygroſkopiſche Subſtanz wirke, und daß folglich keine ganz trockene galvaniſche Säule gedenkbar ſey.

Digitized by Google

Indeſſen hatte Herr Volta gefunden, daß eine galvaniſche Säule ſehr anhaltend wirkt, wenn man als feuchten Leiter Honig nimmt.

Es verfloſſen nun mehrere Jahre, ehe man den Gedanken, die Oxydation der Metallplatten in der gewöhnlichen Volta'ſchen Säule zu verhüten, und ſo der Wirkſamkeit derſelben längere Dauer zu geben, weiter verfolgte, und auf ſogenannte trockene Säulen dachte, bis endlich im Jahre 1814 Herr de Luc in England und Herr Zamboni in Italien ſogenannte trockene Säulen von gewünſchter Art zu Stande brachten, von welchen weiter unten.

Daß die Vervollkommnung der ſogenannten trocknen Säulen verſpätet wurde, hat ohne Zweifel darin ſeinen Grund, daß man faſt allgemein überzeugt zu ſeyn ſchien, es könne ohne Anwendung eines feuchten Leiters keine Volta'ſche Säule beſtehen. Daher kam es auch, daß nach den nicht ganz glücklichen Verſuchen der Herren Maréchaux und Behrens die neuern Phyſiker mehr darauf bedacht waren, naſſe Säulen von außerordentlicher Wirkſamkeit zu Stande zu bringen.

Herr Ritter *) hatte bereits im Jahre 1801 gefunden, daß von zwey Golddrähten, welche im Kreiſe der Volta'ſchen Säule in der gewöhnlichen Glasröhre eine geraume Zeit Gas gegeben haben, derjenige, welcher Sauerſtoffgas geliefert hatte, bey der Trennung aus dem Kreiſe der Säule nach einer ſehr kurzen Pauſe noch einen ſchwachen Strom Hydrogengas, der hingegen, welcher das Hydrogengas gegeben, nach gleich kurzer Pauſe einen ſchwachen Strom von Sauerſtoffgas nachgebe. Dieſe Umkehrung der Pole und aller davon abhangenden Erſcheinungen, Gefühle, Empfindungen u. ſ. im Augenblicke der Trennung hatte er ſchon vorher an ſich ſelbſt, nachdem er ſich im Kreiſe der Volta'ſchen Säule befand, wahrgenommen. Herr Remer β) bemerket, daß er in Anſe-

*) Voigt's Magazin. B. VI. S. 105. f.

β) Gilbert's Annalen. B. XVII. S. 21. f.

hung des Lichtes etwas Aehnliches an den negativ elektriſirten Spitzen beobachtet habe, wo während des Umlaufs des Cylinders ein Strahlenpunkt, und eine ganz kurze Zeit nachher ein ſchwacher ziſchender Strahlenbüſchel wahrzunehmen war. Herr Ritter hatte von dieſer Erſcheinung keine Erklärung gegeben. Dagegen ſucht Herr Remer den Hergang dieſer Sache ſo zu erklären: So lange der Cylinder der Elektriſirmaſchine gedrehet werde, ſtröme durch die aufgeſteckte Spitze beſtändig Elektricität aus der Atmoſphäre in den ſeiner Electricität beraubten negativen Conductor hinein; daher der leuchtende Punkt. Höre nun die Bewegung des Cylinders auf, ſo reiße ſich ein Strom der atmoſphäriſchen Elektricität während der Zeit, da der Draht nicht leuchte, aus der Luft in den Draht hinein, und verſetze dieſen in einen poſitiv elektriſirten Zuſtand, wäre es auch nur in Beziehung auf die den Draht umgebende Luftportion, ſo daß jetzt das + E aus der Spitze in Geſtalt eines Büſchels hervorbreche, um das Gleichgewicht wieder herzuſtellen. Dieſe Vermuthung werde dadurch noch wahrſcheinlicher, daß nur ſehr ſtarke Elektricitäten dieſe Erſcheinung bewirkten, daß ſie ſelbſt ſehr ſchwach ſey, und daß ſie am poſitiven Conductor, auch unter den günſtigſten Umſtänden nicht hervorgebracht werden könne.

Herrn Ritter's Verſuch wäre vielleicht etwas dem Aehnliches, und beſtünde in einem Sichtbarwerden des durch die Elektricität der Volta'ſchen Säule frey gemachten, aber noch dem Waſſer anhangenden Sauerſtoffes und Waſſerſtoffes. Nehme man dazu die Bemerkung, daß die Geſchmacks- und Geſichtsphänomene, welche dieſe Drähte nach aufgehobener Verbindung mit der Volta'ſchen Säule hervorbrächten, geradezu die entgegengeſetzten von den ſeyn, welche während ihrer Verbindung mit der Säule wahrgenommen würden; ſo ſey es ſogar wahrſcheinlich, daß jetzt ein ganz umgekehrter chemiſcher Prozeß mit dieſen Drähten erfolge, ſo daß der Draht, welcher vorhin ſich poſitiv gegen den Sauerſtoff verhielt, nun gegen ihn

eine negative Beſchaffenheit annehme, und umgekehrt. Immer aber bleibe ihm dieſe Erſcheinung höchſt ſonderbar, und ſcheine ihm ſehr für die Einheit der elektriſchen Materie zu ſprechen.

Faſt zu gleicher Zeit mit Herrn Ritter hat Davy *) denſelben Verſuch weit beſtimmter gemacht, und ihn blos dem Herrn Nicholſon mündlich mitgetheilt. Herr Nicholſon hatte nämlich behauptet, daß Herr Volta alle Erſcheinungen ſeiner Säule blos den Metallen, und nichts den Flüſſigkeiten in derſelben zuſchreibe. Eben bey dieſer Gelegenheit führet er dieſen Verſuch Davy's als einen ſprechenden Beweis über die direkte Wirkſamkeit der Flüſſigkeiten in der Säule an. Wird nämlich eine Säule aus Eiſen und Kupfer wie gewöhnlich mit Waſſer aufgebauet, ſo nimmt das Eiſen + E, das Kupfer − E an; baut man ſie dagegen mit liquidem Schwefelalkali, ſtatt mit Waſſer, auf, ſo nehme das Eiſen — E das Kupfer + E an. Im erſtern Falle werde das Eiſen oxydirt, im zweyten finde keine Oxydation des Eiſens ſtatt, und das Kupfer iſt oxydirt und wahrſcheinlich auch mit Schwefel verbunden.

Herr Ritter wurde am Ende des Jahres 1802 durch die große Aehnlichkeit ſolcher der Wirkung der Volta'ſchen Säule ausgeſetzt geweſener Dräthe mit galvaniſchen Ketten oder ſchwachen Säulen ſelbſt veranlaßt, ſtatt der Dräthe Platten zu nehmen, und zu verſuchen, ob ſich die Menge kleiner einzelner Spannungen dieſer Platten, nicht eben ſo zu einer großen gemeinſchaftlichen Spannung und davon abhangenden Wirkung, auflöſen würde. Zu dieſem Ende ſchichtete er 50 Kupferplatten, jede ohngefähr wie ein franzöſiſcher Kronenthaler groß und ein Kartenblatt dick, mit eben ſo vielen kochſalznaſſen Pappen von ohngefähr 2 Par. Quadratzoll Fläche und 1 Linie Dicke, nach dieſer Ordnung: Kupfer, Pappe, Kupfer, Pappe, Kupfer u. ſ. f., und ſchloß dieſe Reihe zuletzt mit Kupfer.

*) Nicholſon's Journal. 1802. Tom. I. p. 142.

Digitized by Google

Dadurch erhielt er eine kleine Säule, welche er nach der Zeit eine Ladungsſäule nannte, welche, ſich ſelbſt überlaſſen, zu keiner Zeit weder den mindeſten Funken, noch Gas, noch Schlag u. ſ. f. bemerken läßt. Verbindet man aber das obere Ende dieſer Ladungsſäule durch einen Eiſendraht mit dem + oder dem Sauerſtoffpol, das untere Ende derſelben aber mit dem — oder dem Waſſerſtoffpol einer gewöhnlichen Volta'ſchen Batterie von 90 bis 100 Lagen Kupfer, Zink und kochſalznaſſer Pappe, alles von derſelben Größe, als Kupfer und Pappe in der Ladungsſäule haben, und laſſe beyde 3 bis 5 Minuten in Verbindung; nimmt man hierauf ſchnell einen oder beyde Verbindungsdrähte ab, und ſchließt nun die Ladungsſäule von einem innern Ende zum andern mit Eiſendraht: ſo wird man einen ſchönen rothen ſternartigen Funken haben, ganz wie ihn Volta's Batterie ſelbſt giebt: dieſe Schließung kann man wiederholen, und man wird neue Funken erhalten, welche nach und nach an Stärke abnehmen und endlich verſchwinden. Hat man ſtatt deſſen feines Gold- oder Silberblatt an dem Ende der Ladungsſäule aufgehangen, was mit dem + Pol der Volta'ſchen Säule in Verbindung war, und ſchließt mit dem Draht an dieſem, ſo wird man die Verbrennung der Metalle auf dieſelbe Art haben, wie an Volta's Batterie. Kurz alle mögliche Erſcheinungen, an Gasbildung, an Empfindungen ſeines eigenen Körpers u. ſ. w. wird man an dieſer Ladungsſäule wahrnehmen, die man an der gewöhnlichen Volta'ſchen Säule bemerket.

Herr Oerſtedt hatte auf einer damaligen Reiſe mit Herrn Ritter in Jena alle dieſe Verſuche gemeinſchaftlich angeſtellet, und bey einem Beſuche den Hrn. v. Marum *) in Harlem überzeuget, daß eine nach eben angeführter Art von Ritter aufgebauete Ladungsſäule durch eine gewöhnliche Volta'ſche Säule geladen werden könne, und alsdann dieſelben Erſcheinungen zeige, wie die Volta'ſche

*) Journal de chimie et de physique p. *v. Mons.* Tom. V. p. 212.

Digitized by Google

Säule ſelbſt. Der Herr v. Marum hatte auch an dieſer Ladungsſäule gefunden, daß ihre Wirkung mit der einer Elektriſirmaſchine völlig übereinſtimme.

Dieſer Verſuch wurde auch dem Herrn Volta *) bekannt, welcher mehrere Verſuche über die Säulen aus abwechſelnden Lagen eines einzigen Metalles und einer einzigen Feuchtigkeit angeſtellet hat. Dieſe Säulen ſind zwar an und für ſich unwirkſam, werden aber dadurch, daß man den elektriſchen Strom einer wirkſamen Säule eine kürzere oder längere Zeit durch ſie hindurchſtrömen läßt, mindere oder größere Wirkſamkeit erlangen. Volta glaubt aber gegen Ritter's Meinung ſich überzeugt zu haben, daß eine ſolche unwirkſame Säule keinesweges von einer wirkſamen geladen werde, ſondern daß vielmehr die anhaltend hindurchſtrömende Elektricität, vermöge ihrer gewöhnlichen chemiſchen Wirkung, die einzige feuchte Lage, welche ſich z. B. zwiſchen zwey Goldſtückchen befindet, in zwey verſchiedenartige Flüſſigkeiten umwandelt, eine ſaure, da, wo der elektriſche Strom aus dem Metalle austritt, und eine alkaliniſche, da, wo er in das Metall hineingehet. Die vorher unwirkſame Säule wird dadurch eine wirkſame von zweyter Art, dergleichen aus einem Metalle und zwey heterogenen Flüſſigkeiten beſtehn; ihre Wirkſamkeit iſt indeß von keiner langen Dauer, weil die beyden heterogenen Feuchtigkeiten ſich bald vermiſchen.

Um dieſe Zeit hatte auch C. Wilkinſon β) in England den größten unter den bisherigen galvaniſchen Apparaten aufgerichtet, und beſonders damit Verſuche in dieſer Abſicht angeſtellet, um die Frage zu beantworten, wie nimmt die Kraft der galvaniſchen Säule, Metalle zu verbrennen, mit der Menge und der Größe der Platten zu? Er errichtete einen Trogapparat aus 100 zuſammengelötheten, quadratförmigen Plattenpaaren von 4 Zoll Seite, in deſſen Zellen Salpeterſäure mit 25 Mal ſo viel

---

*) Journal de chimie et de phyſique p. *v. Mons.* Tom. VI. p. 132.

β) Nicholſon's Journal. Vol. VII. p. 206.

Digitized by Google

Waſſer verdünnt gegoſſen war. Schloß er dieſe Säule durch einen Stahldraht von ohngefähr $\frac{1}{70}$ Zoll Dicke, ſo verbrannte von ſelbigem eine Länge von $\frac{1}{2}$ Zoll. Verband er aber zwey ſolche Trogapparate ſo mit einander, daß ſie einen einzigen Apparat von noch einmal ſo vielen Plattenpaaren bildeten, ſo verbrannte auch gerade noch einmal ſo viel Draht; vier auf ſolche Art vereinigte Trogapparate verbrannten genau die vierfache Menge von Draht.

Durch dieſe Verſuche wäre alſo erwieſen, daß die Kraft der Apparate, Metalle zu verbrennen, unter übrigens gleichen Umſtänden, genau im Verhältniſſe der Menge der Plattenpaare wächſt, aus welchen ſie beſtehen.

Nun nahm Herr **Wilkinſon** ähnliche, mit eben ſolcher verdünnten Salpeterſäure gefüllte Trogapparate, wovon ein jeder aus 50 quadratförmigen Plattenpaaren von 8 Zoll Seite beſtand. Ein ſolcher Apparat verbrannte von derſelben Art Stahldraht eine Länge von 16 Zoll, und als er zwey, drey, vier dieſer Apparate zu einem verband, nahm die Länge des durch ſie beym Schließen verbrannten Drahtes wieder genau im Verhältniſſe der Zahl der Plattenpaare zu, ſo daß durch 200 achtzöllige Plattenpaare bey einmaligem Schließen mehr als 5 Fuß Draht verbrannt wurden.

Endlich bemerkt **Wilkinſon** noch, daß er den oben angeführten Verſuch von **Dyckhof** mit Säulen, die mit Luft geſchichtet waren, wiederholet habe, aber er habe ebenfalls nicht die geringſte Spur einer Wirkung erhalten. Zuletzt hat ſich Herr **Dyckhof** ſelbſt erkläret, daß er ſich getäuſchet habe.

Die beyden Herren **Pfaff** und **Ritter** hatten zwar bereits ein Anziehen und Zurückſtoßen an der **Volta**'ſchen Säule bemerket; allein Herr **Maréchaux** *) war doch der erſte, der durch ſeinen Elektro-Mikrometer die Größe der Abſtoßung an der Säule maß. Herr **Maréchaux**

*) Gilbert's Annalen. B. XIX. S. 476. ff.

hatte die Abſicht, durch Verſuche mit ſeinem Werkzeuge das Geſetz aufzufinden, nach welchem die anziehende Kraft der Säule mit den Plattenpaaren zunimmt. Seine ſehr zahlreichen Verſuche, welche er an Zink-Meſſing-Säulen angeſtellet hatte, gaben ihm den vollſtändigſten Beweis, daß die Anziehung genau im Verhältniſſe der Plattenpaare geſchiehet, und daß folglich die anziehende Kraft in der Volta'ſchen Säule vollkommen demſelben Geſetze des Wachsthumes, wie die Repulſionskraft folgt.

Herr Cuthbertſon in England hatte ebenfalls Schmelzungsverſuche an Säulen angeſtellet, und daſſelbe Geſetz, wie Herr Wilkinſon, gefunden. Herr Davy *), welcher glaubte, daß über die Zunahme des Schmelzungsvermögens der Säule noch nichts geſchehen ſey, machte mit einer neuen Volta'ſchen Säule aus 11 Zoll langen und 4½ Zoll breiten Platten, die in Trögen aus Wegdwood'ſcher Waare hiengen. Die Reſultate ſeiner Verſuche waren aber zweydeutig: es ſchmolzen nämlich zwey Batterien eine 4mal ſo große Länge Draht als eine einzige, hingegen ſechs Batterien etwas mehr als die doppelte Drahtlänge. Herr Davy äußerte daher, daß vielleicht das Schmelzungsvermögen bey einer großen Anzahl von Platten in einem kleinern Verhältniſſe, als bey weniger Plattenpaaren, zunehmen könne. Um nun dieſen Gegenſtand aufs Reine zu bringen, entſchloß ſich Herr Singer β), Verſuche in Verbindung mit Herrn Cuthbertſon zu wiederholen.

Eine Miſchung von 10 Gallon Waſſer 5 Pfund ſtarke Salpeterſäure und ½ Pfund Salzſäure, welche zum Drahtſchmelzen die wirkſamſte ſey, reichte hin, alle Batterien, welche zu den Verſuchen gebraucht wurden, zu füllen. Zehn dieſer Batterien beſtanden jede aus 10, eine eilfte aus 50 Paaren Platten, jede von 4 Zollen ins

*) Nicholſon's Journal. May. 1811.

β) Ebendaſelbſt, im Auszuge überſetzt in Gilbert's Annalen. B. XLIV. S. 230. ff.

Gevierte. Die erſtern hatten Tröge aus Wegdwood'ſcher Waare, und waren noch ungebraucht; der Trog der letztern beſtand aus Holz, hatte gläſerne Scheidewände, und war häufig gebraucht worden. Der Stahldraht, der geſchmolzen wurde, hatte $\frac{1}{120}$ Zoll Durchmeſſer.

Gleich im Anfange brachten zwey Wegdwood'ſche Tröge 9 Zoll Draht zum ſchwachen Rothglühen, welches aber nur kurze Zeit dauerte. Es wurde, als dies nicht mehr geſchah, 1 Minute gewartet, und nun wurden nur 3 Zoll Draht eben ſo ſtark glühend, als gleich anfangs 9 Zoll.

Vier Wegdwood-Tröge machten im Anfange 18 Zoll von demſelben Drahte ſchwach rothglühen. Die Kette wurde ſo lange geſchloſſen gehalten, bis das Glühen ganz aufgehöret hatte, und man wartete dann nach Oeffnen der Kette noch eine Minute; jetzt kamen nur 6 Zoll Draht zu einem eben ſo ſtarken Glühen.

Als gleich nach dieſen Verſuchen die Kette 3 Minuten lang geöffnet geweſen war, machten beym Schließen zwey Batterien 6 Zoll, und vier Batterien 12 Zoll deſſelben Drahtes in eben dem Grade glühend, als zuvor.

Zehn Wegdwood-Tröge, alle mit friſcher Flüſſigkeit gefüllt, brachten von demſelben Drahte zum Glühen bey dem erſten Schließen 36 Zoll, fünf Tröge 18 Zoll; und nach einem kurzen Zeitraume jene 30, dieſe 15 Zoll.

In dem geſchwächten Zuſtande dieſer Batterien würden ſie mit Platindraht von $\frac{1}{100}$ Zoll Durchmeſſer geſchloſſen. Zehn Tröge erhielten eine Länge von 5 Zoll, fünf Tröge von $2\frac{1}{2}$ Zoll in gleichem Grade im Weißglühen.

Aus dieſen Verſuchen ſchließt nun Herr Singer, daß das Vermögen der galvaniſchen Säulen, Metalldrähte zum Glühen zu bringen, genau im Verhältniſſe der Menge der Plattenpaare ſtehet, welche die Batterie ausmachen, und daß dies Geſetz nicht blos im erſten Augenblicke, ſondern während der Zeit ihrer ganzen Wirkſamkeit gleichmäßig fort gilt, ſo veränderlich auch die Wirkſamkeit jeder Batterie einzeln ſeyn mag. Es ſeyen alſo in

Herrn Davy's Verſuchen wahrſcheinlich die einzelnen Tröge mit Flüſſigkeit von verſchiedener Stärke gefüllt geweſen, da bey ſeinem erſten Verſuche die Länge des Drahts, welche zum Glühen kam, im Verhältniſſe des Quadrats der Plattenpaare zunahm.

Herr Singer bemerket noch, daß man gewöhnlich glaube, die Wegdwood-Tröge wirkten länger als die hölzernen Tröge mit Scheidewänden von Glas, weil ihre Zellen weiter ſind, und alſo bey Platten von gleicher Größe mehr Flüſſigkeit erfordern; allein das beſtätige ſich nicht aus ſeinen Verſuchen. Einen weit größern Einfluß auf die Dauer der Wirkſamkeit habe die Natur und die Stärke der verdünnten Säure, und er habe nicht gefunden, daß in irgend einem Falle eine größere Weite der Zellen, als von $\frac{3}{4}$ Zoll, in dieſer Hinſicht von Vortheil geweſen ſey.

Herr Singer hatte ſchon vorher eine Reihe von Verſuchen zu der Abſicht angeſtellt, die beſte Art, die galvaniſche Batterie zu brauchen, zu finden, und dieſe hatten ihn gelehret, daß die gewöhnliche Art für chemiſche Wirkungen keinesweges die beſte ſey. Zum Drahtſchmelzen hatte er die angeführte Miſchung aus Waſſer, Salpeter- und Salzſäure am wirkſamſten gefunden.

Ueber die Wirkungen gleicher Mengen der drey ſtärkſten Mineralſäuren hat er vergleichende Verſuche in drey ähnlichen Batterien angeſtellt. Die mit Salpeterſäure gefüllte ſchmelzte die größte Drahtlänge, die mit Salzſäure die kleinſte; ihre Wirkung auf unvollkommene Leiter war aber beynahe gleich. Als er dieſe Batterien nach 14 Stunden aufs neue unterſuchte, hatten die erſtere und die mit Schwefelſäure gefüllte ihre ganze Schmelzkraft verloren, und wirkten beyde nur ſchwach auf Halbleiter; die mit Salzſäure gefüllte ſchmelzte aber noch zwey Drittheil der Drahtlänge, wie gleich Anfangs, und ſchien das Waſſer noch mit unverminderter Stärke zu zerſetzen. Als er alle drei Batterien zwey Tage lang in Ruhe hatte ſtehen gelaſſen, war die Wirkſamkeit der beyden erſtern völlig

Digitized by Google

verſchwunden, die letztere ſchmelzte aber noch $\frac{1}{3}$ der Drahtlänge, wie Anfangs; ſie behielt dieſe Kraft vier Tage lang, und noch nach 6 Tagen wirkte ſie ſichtlich auf unvollkommene Leiter. In allen dieſen Verſuchen zog er die Platten die Zwiſchenzeit über aus den Trögen heraus. Es dauerte lange Zeit, ehe er von den Batterien, die mit Salpeterſäure und Schwefelſäure gefüllt worden waren, eine gleichförmige Fortdauer der Wirkung erhalten konnte; ihre Kraft ſchien erſchöpft zu ſeyn; beym fortdauernden Gebrauch von Salpeterſäure kamen ſie indeß endlich wieder zu einer gleichförmigen Wirkſamkeit. Zu elektriſch-chemiſchen Verſuchen verdiene alſo offenbar die Salzſäure den Vorzug.

Bisher hatte man die Zuſammenſetzung der Volta'ſchen Säulen immer aus je zwey Metallen, Kupfer und Zink, oder Silber und Zink veranſtaltet. Herr Hildebrand *) in Erlangen kam auf den Gedanken, eine Säule mit drey verſchiedenen Metallen zuſammenzuſetzen. Er errichtete eine Säule aus Silber, Eiſen, Zink und Kochſalzlauge; 100 runde Silberplatten von ganz feinem Silber, 1,4 Pariſ. Zoll im Durchmeſſer, eben ſo viel viereckte Platten von Eiſenblech, deren Länge und Breite von jenem Durchmeſſer gleich war, und eben ſo viel runde Platten von Zink, in gleicher Größe mit den Silberplatten, ſchichtete er in der angeführten Folge mit Scheiben vom dicken weißen Packpapiere, das mit geſättigter Kochſalzlauge getränket war, in eine liegende Säule, welche auf zwey wagrecht liegenden Glasſtäben ruhete, und druckte ſie mit einer in der Axe der Säule laufenden Schraube mäßig zuſammen. Um die Sauerſtoff- und Waſſerſtoff-Polarität ſogleich im Anſehen beſtimmen zu können, nahm er zu Leitern Eiſendrähte. Dieſe Säule gab ſtarke Schläge bis in die Schultern und beträchtliche Funken, der vom Zinkpole ausgehende Leiter wurde oxydirt und ließ anfänglich gelbes, nachher dunkelgrünes, faſt ſchwarzes Oxyd

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXX. S. 68 f.

Digitized by Google

fallen; der vom Silberpole ausgehende gab Waſſerſtoffgas u. ſ. w. alles ſo, wie es bey einer Silber-Zink-Säule erfolget, obgleich das Silber und Zink bey dieſer Conſtruktion gar nicht in Berührung kommen. In der Stärke der Erſchütterungen, der Funken, der Geſchwindigkeit und Menge des erzeugt werdenden Gaſes und des Oxyds u. ſ. w. iſt eine ſolche Silber-Eiſen-Zinkſäule unter übrigens gleichen Umſtänden, etwas ſtärker, als eine Eiſen-Zink-Säule, und viel ſtärker als eine Silber-Eiſen-Säule. Aus vielen Verſuchen, die Hr. Hildebrand mit ſolchen Säulen angeſtellet hat, glaubt er ſich zu ſchließen berechtiget, daß die Silberplatten hier nicht als bloße Leiter dienen, die Wechſelwirkung jeder Eiſen-Zink-Lage fortzupflanzen, ſondern, daß ſie die Polarität jeder Lage um etwas erhöhen, und daß ſomit alle drey Metalle in Wechſelwirkung ſind.

Im Jahre 1808 ſchenkte der damalige Kaiſer von Frankreich, Napoleon, der Polytechniſchen Schule eine der größten Volta'ſchen Säulen, die bisher waren errichtet worden *). Die Herren Dumotiez und Fortin hatten dieſen mächtigen Zellenapparat verfertiget, und dem Herrn Gay war beſonders die Behandlung deſſelben übertragen. Es beſteht dieſer Apparat aus 600 Paar quadratförmigen Platten; jedes dieſer Plattenpaare iſt aus zwey Platten zuſammengeſetzet, einer Kupferplatte, welche 1 Kilogramm, und einer Zinkplatte, welche 3 Kilogrammes wiegt, und hat 0, 3 Mèter Seite. Es beträgt alſo die Oberfläche einer Platte 9 Quadrat-Decimèter (122 Par. Quad. Zoll) und die Oberfläche der ganzen Batterie 54 Quadratmèter (ungefähr 500 Quadratfuß). Die Zwiſchenräume dieſer Platten, welche Zellen bildeten, wurden mit einer ſauren Flüſſigkeit angefüllt. Die Wirkſamkeit dieſer Säule äußerte ſich anfänglich durch ſtarke Funken und Verbrennungen; Eiſendrähte

*) Moniteur N. 221. vom 8. Aug. 1808, überſetzt in Gilbert's Annalen. B. XXXII. S. 45. ff.

von großer Länge, und die Platindrähte, welche als Polarleiter dienten, verbrannten mit großer Lebhaftigkeit in der atmoſphäriſchen Luft; die drey ſehr reinen Erden, Baryt, Strontion und Kalk zeigten am negativen Pole deutliche Erſcheinungen des Verbrennens. Nach 12 bis 15 Minuten hatte dieſer Apparat ſeine große Wirkung verloren. Es hatten ſich auch in der Zwiſchenzeit mehrere Perſonen Schläge von dieſem Apparate geben laſſen; allein ſie reichten noch nicht bis in die Bruſt, und bey einer Kette von mehreren Perſonen empfanden nur die beyden, welche den Apparat unmittelbar berührten, einen lebhaften Schlag. Es giebt dies Reſultat einen ſichern Beweis ab, daß zur Zeit dieſer Verſuche die Wirkſamkeit des ganzen Apparats ziemlich erloſchen war.

Die erſte Einrichtung dieſes großen Apparates hatte mehrere Unbequemlichkeiten; man gab ihm daher in der Folge nach mehreren Verſuchen folgende bequemere Einrichtung *): die Platten wurden nicht in kleine Tröge, ſondern auf ein Fußgeſtelle zwiſchen einem Rahmen aufgeſtellet, welcher letztere mit zwey Schrauben verſehen war, mittelſt welcher die Platten nach Willkühr ſich an einander preſſen ließen. Sie berühren nirgends das Holz, ſondern werden davon durch Glasſtäbe mittelſt eines Kittes aus 4 Theilen Ziegelmehl, 3 Theilen Harz und 1 Theile Wachs getrennt. Um die Zellen zwiſchen je zwey Plattenpaaren zu bilden, dienten kleine Stäbe aus recht trockenem Holze, 0,004 Meter (1¾ Linien) dick, welche in den Kitt getauchet waren. Das erſte Plattenpaar wurde in den Rahmen an die den Schrauben gegenüberſtehende Seite geſtellet, alsdann wurden an die breite Oberfläche der Platte längs des untern Randes und der beyden Seitenränder derſelben drey ſolche Stäbe aufgekittet, hiernächſt

*) Recherches physico-chimiques, faites à l'occasion de la grande batteri voltaique donnée p. S. M. J. à l'ecole polytech. à Paris 1811. Tom. I. prem. part. überſ. in Gilbert's Annalen. B. XXXVIII. S. 121. ff.

das zweyte Plattenpaar daran geſetzt, und gegen das erſte gedruckt. Auf dieſe Art ließen ſich 4 bis 8 und mehr Plattenpaare in den Rahmen einſetzen, ehe man ſie zuſammenzupreſſen brauchte, wenn der Kitt an den Stäben nicht zu trocken wurde. Hundert ſolche Plattenpaare ſo in den Rahmen gebracht bildeten eine Säule. Auf die untere Fläche und auf die beyden Seitenflächen der Säule wurde nun mit einem Pinſel Kitt aufgetragen: auch wurden damit ſorgfältig die Fugen zwiſchen den Platten und Stäben und die Ränder der Platten bedecket, und endlich wurde der Kitt mit einem heißen Eiſen geebnet. Um nun die Zellen ſchnell mit Flüſſigkeit zu füllen, wurden die obern Ränder der Säule mit einem 0,04 Mèter ($1\frac{1}{2}$ Zoll) hohen Rande verſehen, ſo daß die Flüſſigkeit von Zelle zu Zelle kommen konnte. Um nun die Zellen wieder ohne Schwierigkeit leeren zu können, war in jedem Plattenpaare ein kleines Loch von 0,007 bis 0,008 Mèter (3 bis $3\frac{1}{2}$ Linie) Durchmeſſer, unmittelbar über den horizontalliegenden geſirnißten Stäben, welche den Boden der Zellen bildeten, und zwar mit größter Sorgfalt ſo angebracht, daß alle hinter einander in gerader Linie lagen. Dieß ließ ſich mittelſt eines cylindriſchen Eiſenſtabes ſehr leicht bewerkſtelligen, welcher auch beym Bau der Säule als Regulator diente, und nach vollendetem Baue herausgezogen ward. Es ſtanden nun zwar die Zellen, wenn ſie vollgegoſſen waren, mittelſt des kleinen flüſſigen Cylinders, welcher die Stelle des Eiſenſtabes einnahm, unter einander in Verbindung; allein die Wirkung der Säule ward dadurch unendlich wenig geſchwächt, beſonders da man die Einrichtung ſo getroffen hatte, daß man ſtatt des Eiſendrahtes einen geſirnißten Fiſchbeinſtab in die Reihe der Löcher hineinſchob, wodurch die Iſolirung der Zellen wieder hergeſtellet wurde.

Zur Verbindung zweyer Säulen mit einander diente ein Meſſingſtab, an welchem zwey Meſſingplatten von denſelben Dimenſionen wie die Zellen, worein ſie geſetzt werden ſollten, angelöthet waren. Zu Enddrähten, wo-

Digitized by Google

durch die Batterie nach Willkühr geſchloſſen, und Körper in die Kette derſelben gebracht werden konnten, wurden gewöhnlich Platindrähte genommen; dieſe waren zum Theil wie die vorigen an Meſſingplatten angelöthet, und zum Theil wurden ſie mit ihrem einen Ende in eine mit Queckſilber gefüllte, und an eine der Endplatten angelöthete Metallröhre etwa ein Decimèter tief eingetaucht. Uebrigens wurden die Zellen aus nebenſtehenden Tonnen mit Flüſſigkeit durch einen bereits angeſogenen Heber gefüllt, welches etwa eine Zeit von 2 Minuten erforderte.

Außer dieſem großen Zellenapparate hatten die Verſuchsanſteller noch mehrere kleinere Apparate dieſer Art errichtet, mit welchen man beſſer und leichter umgehen konnte, als mit jenem großen, und welche beſonders mit dazu dienen ſollten die Wirkungen der verſchiedenen Säulen gehörig zu prüfen und mit einander zu vergleichen.

Die Flüſſigkeit, womit die große Batterie gewöhnlich geladen wurde, beſtand aus Waſſer, worin $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{10}$ Kochſalz aufgelöſet, und welchem $\frac{1}{70}$ concentrirte Schwefelſäure zugeſetzet war.

Der Schlag, welchen dieſe große Batterie gab, war unerträglich und ſelbſt gefährlich, wenn man die Hände mit verdünnter Säure oder mit einer Salzauflöſung genäßt und ſie mit Metallcylindern bewaffnet hatte. Einer von den Verſuchsanſtellern, welcher einen ſolchen Schlag erhielt, fühlte ihn 24 Stunden lang, und fühlte während dieſer Zeit eine außerordentliche Schwäche in den Armen. Indeſſen wurde dieſer Schlag doch nicht gefühlt, wenn man in der Mitte einer aus 4 oder 5 Perſonen beſtehenden Kette ſtand; nur diejenigen, welche ſich an den Enden derſelben befanden, erhielten ihn, und zwar viel ſtärker in dem Arme und der Hälfte des Körpers, welche der Säule zugewendet war, als in der andern Hälfte des Körpers und dem andern Arme. Dagegen erhielt eine große Menge von Menſchen durch eine kleine geladene Leidner Flaſche ein jeder einen Schlag, ob ſie gleich ungleich weniger Elektricität enthielt, als die große

Digitized by Google

galvaniſche Batterie. Dieſe Wirkungen leiteten ſie mit Recht von dem Grade der elektriſchen Spannung ab, welcher in einer Säule aus 600 Plattenpaaren nur ſehr ſchwach im Vergleich mit der in einer Leidner Flaſche iſt; außerdem beweiſen ſie, daß keinesweges eine Circulation der elektriſchen Flüſſigkeit in der ganzen Kette ſtatt findet, wie dies gewöhnlich in der Franklinſchen Theorie behauptet wird.

Uebrigens wurden durch dieſen Apparat alle diejenigen chemiſchen Wirkungen, welche bereits die Herren Wilkinſon, Davy und Childern mit ihren großplattigen Apparaten gefunden hatten, wiederholet, und auf eine genügende Art beſtätiget. Die dahin gehörigen Artikel werden davon nähere Kenntniß geben.

Hum. Davy hatte ſeine merkwürdigen Entdeckungen über die Zerſetzung der feuerbeſtändigen Alkalien mit Hülfe der ſtärkſten elektriſch galvaniſchen Apparate gemacht. Dieſe waren die Trogapparate der Royal-Inſtitution, welche er mit einander verband. Sie beſtehen aus 24 viereckten Plattenpaaren Kupfer und Zink, jede von 12 Zoll Seite, aus 100 Plattenpaaren, jede von 6 Zoll, und aus 150 Plattenpaaren, jede von 4 Zoll Seite; er füllte ſie mit Alaunauflöſung und verdünnter Salpeterſäure. Bey aller Intenſität der Wirkung wurde jedoch das Waſſer der alkaliſchen Auflöſungen allein angegriffen, und unter Erzeugung großer Hitze und heftigem Aufbrauſen entwickelten ſich blos Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas. M. ſ. d. Art. Laugenſalze.

Herr Wilkinſon *) gab einen andern Volta'ſchen Apparat an, welcher folgenden beyden Unbequemlichkeiten, welche noch die gewöhnlichen Trogapparate hatten, abzuhelfen ſuchte. Bey dem gewöhnlichen Trogapparate ſind nämlich die Zellen ſo enge, daß es ſchwer hält, die Platten nach dem Gebrauche vom Oxyde zu reinigen, welches nothwendig geſchehen muß; überdem iſt es auch

*) *Tilloch*'s Philos. maga, N. 105 u. Bibliot. britan. Juill. 1808.

nicht leicht, die Plattenpaare mit ihren ſchmalen Seitenflächen an die Seitenwände des Trogs auf eine ſolche Art anzukitten, daß die Flüſſigkeit, welche man in die Zellen gießt, nicht aus einer Zelle in die andere gelangen kann. Herrn **Wilkinſon's** Einrichtung iſt daher folgende: ſein galvaniſch-elektriſcher Trog iſt parallelepipediſch und von den gewöhnlichen Dimenſionen, wird aber durch hölzerne Zwiſchenwände, welche ½ Zoll von einander entfernet und aufs beſte verkittet ſind, in einzelne Zellen abgetheilet. Die Zink- und Kupferplatten müſſen etwas kleiner als die Zwiſchenwände ſeyn. Man läßt je eine Zink- und eine Kupferplatte an die Enden eines Metallbogens anlöthen, der ſo lang iſt, daß ſich die Platten in zwey an einander ſtoßende Zellen hineinſchieben laſſen. Auf jeden dieſer Bogen iſt zuoberſt ein Ring ſo angelöthet, daß er, wenn die Platten in die Zellen hineingeſchoben ſind, ſenkrecht auf der Axe des Trogs ſteht, und daß ſich dann ein eiſerner Stab durch alle Ringe hindurch ſtecken läßt. Dies geſchiehet, wenn man die Platten wieder herausziehen will, um ſie vom Oxyd zu reinigen; eine Operation, welche nicht ſchwierig iſt, wenn die Platten aus den Trögen ſich herausnehmen laſſen.

Bey dieſer Einrichtung wird auch die zweyte Fläche jeder Metallplatte, welche bey dem Trogapparate durch das Zuſammenlöthen verloren geht, in Wirkſamkeit gebracht; überdies gewinnt man bey ihr noch den Theil der Oberfläche, der bey der alten Einrichtung mit Kitt überzogen wird. Es glaubt daher **Wilkinſon**, daß bey dieſer Einrichtung ein Apparat aus Platten, welche 4 Zoll ins Gevierte ſind, eben ſo kräftig wirken werde, als ein Trogapparat nach **Cruikſhanks** Einrichtung mit Platten, deren Flächen Quadrate von 6 Zoll Seite ſind. Iſt der Trog eines ſolchen Apparats gut gefirnißt, ſo kann man die Flüſſigkeit ohne allen Nachtheil in den Zellen ſtehen laſſen; denn man braucht die Platten nicht eher hineinzuſchieben, als bis man denſelben gebrauchen will. Das einzige, worauf man dann bey dem Hineinſchieben

der Platten zu ſehen hat, iſt, daß dies ſo geſchehe, daß ſie in regelmäßig abwechſelnder Folge ſind, und einander nicht berühren.

Da durch die wichtigen Entdeckungen des Herrn Davy der galvaniſch-elektriſche Apparat immer mehr als ein mächtiges Inſtrument für chemiſche Analyſen betrachtet wurde, ſo konnte es gar nicht fehlen, daß man darauf dachte, wie ein ſolcher Apparat einzurichten ſey, um di[illegible] möglichſt größte Wirkung mit dem geringſten Koſtenaufwande hervorzubringen. Zu dieſem Zwecke ließ ſich Hr. Childern *) einen elektromotoriſchen Apparat aus 20 Paaren Zink- und Kupferplatten, jede 4 Fuß hoch und [illegible] Fuß breit machen, deren geſammte Oberfläche alſo 92160 Quadratzoll beträgt, die einzelne Platte an jedem Ende der Batterie nicht mit gerechnet. Je zwey Platten Zink und Kupfer ſind durch breite Streifen Bley verbunden, welche oben an jedes Plattenpaar angelöthet ſind. Der Trog beſteht aus Holz; eben daraus beſtehen die Zwiſchenwände, und alles iſt aufs beſte mit Firniß verſehen, ſo daß die Flüſſigkeit nicht aus der einen Zelle in die andere treten kann. Es war alſo dieſer Apparat ein Wilkinſon'ſcher trogartiger Becherapparat. In die Zellen wurde eine Miſchung aus $\frac{3}{4}$ Theilen rauchenden Salpetergeiſt, $\frac{1}{4}$ Schwefelſäure und 30 Theilen Waſſer gegoſſen; von dieſer Flüſſigkeit gebrauchte man zum Füllen des Apparats 120 Gallons ($13\frac{1}{4}$ Pariſ. Cubikfuß). Um eine möglichſt genaue Vergleichung über die Wirkung und die Kraft der Elektricität in galvaniſchen Elektromotoren anzuſtellen, hatte er noch einen andern elektriſchen Apparat eingerichtet, welcher von dem vorigen in Größe und Anzahl der Platten ſehr abwich. Dieſe zweyte Säule war ein Volta'ſcher Becherapparat aus 200 Plattenpaaren, jede 2 Zoll ins Gevierte mit Gefäßen von gewöhnlichem Pfeiffenthone, welche $\frac{1}{2}$ Pinte (12 Pariſ. Cubikzoll) faßten. Uebrigens wurden ſie mit derſelben Flüſſigkeit gefüllt, welche in er-

*) Philoſoph. Transact. for 1809.

Q

ſterer Batterie gebraucht worden war, nachdem man ihr ein wenig Schwefelſäure zugeſetzet hatte.

Dieſe beyden galvaniſchen Säulenapparate beſtätigten in Hinſicht der Stärke elektriſch-chemiſcher Wirkungen das bereits vom Herrn Ritter bemerkte Geſetz, daß ſie mit der Quadratfläche der Metallplatten, die Intenſität der Elektricität aber mit der Zahl der Plattenpaare wachſe. Ueberdies zeigten auch ſeine Verſuche mit dieſen beyden Apparaten, daß die Wirkung des kleinplattigen Apparats von längerer Dauer ſey, als ſein großer Apparat. Er zieht hieraus die Folge, daß es großen Vortheil bringe, wenn die Zellen eine verhältnißmäßig bedeutendere Menge der Flüſſigkeit in ſich aufnehmen könnten; denn man brauche ſich alsdann die Mühe nicht zu geben, ſie häufig auszuleeren und wieder zu füllen, wenn man eine Operation anhaltend fortſetzen wolle.

Endlich führt Herr Childern noch an, daß in Apparaten, die aus einer ſehr großen Menge von Plattenpaaren beſtehen, jedes Paar Platten von dem andern um eine nicht zu kleine Entfernung abſtehen müſſe, damit man die Selbſtentladungen vermeide, welche ohne dieſe Vorſicht nicht ſelten und mit einem lebhaften Blitze erfolgten, wie er dies bey einem Apparate von 1250 vierzölligen Platten erfahren habe, die nach der neuern Art eingerichtet geweſen wären. Uebrigens erhelle aus ſeinen Verſuchen, daß die abſolute Wirkung einer Volta'ſchen Säule im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Zahl und der Größe der Platten ſtehe. Bey der Wahl einer Batterie müſſe man folglich auf den Zweck ſehen, zu welchem man ſie beſtimme. Zu Verſuchen über vollkommene Leiter ſeyen ſehr große Oberflächen zu wählen, und wahrſcheinlich reiche eine geringe Zahl ſehr großer Platten zu der bezweckten Wirkung hin. Wolle man dagegen den Widerſtand überwinden, den ſchlechte Leiter der Elektricität leiſteten, ſo müſſe man einen Apparat aus ſehr viel mehr Platten von kleinerer Oberfläche anwenden. Wolle

Digitized by Google

man zugleich Größe und Intenſität der Elektricität haben, ſo müſſe man große Platten in größerer Anzahl nehmen.

Was die beyden üblichſten Methoden betreffe, die Zink- und Kupferplatten mit einander zu verbinden: daß man ſie entweder blos in einem Punkte vereinige, oder daß man die eine Oberfläche der Zinkplatte in ihrer ganzen Ausdehnung auf eine Oberfläche der Kupferplatte löthe, und ſie dann in einen Trog einkitte; ſo ſey von dieſen beyden Methoden die erſte weit vorzüglicher. Denn bey ihr laſſe ſich der Apparat viel leichter reinigen und wiederherſtellen, und man bringe dabey eine doppelt ſo große Oberfläche in den Verſuch. Zu den Zwiſchenwänden der Zellen des Trogs ſcheine Glas der ſchicklichſte Körper zu ſeyn, indem er am vollkommenſten iſolire. Den ſicherſten Trog erhalte man aber, wenn man ihn aus Wegdwood'ſcher Maſſe aus einem Stücke brennen laſſe.

Nach der Zeit hat Herr Childern *) eine Batterie aus noch größern Platten eingerichtet, und damit eine Reihe merkwürdiger Verſuche angeſtellet. Die Zink- und Kupferplatten, aus welchen dieſe Batterie beſtehet, ſind jede 6 engl. Fuß lang und 2 Fuß 8 Zoll breit, und beſitzen alſo 32 Quadratfuß Oberfläche. Die Zink- und Kupferplatten jedes Plattenpaars ſind mit einander durch einen Streifen Bley verbunden, und alle Platten ſind in bekannter Folge an einen feſten hölzernen Rahmen gebunden, der an Saiten und Rollen hängt und durch Gegengewichte im Gleichgewicht erhalten wird, daher er ſich leicht herab- und heraufbewegen läßt, ſo daß man die Platten nach Willkühr in die Säure herablaſſen, oder ſie aus ihr wieder herausziehen kann. Dieſe Batterie entſprach ihm aber ſeiner Erwartung nicht. Durch einen Rath des Herrn D. Wollaſton erhöhete er die Wirkung dieſer Batterie dadurch außerordentlich, daß er jedes Plattenpaar noch mit einer zweyten Kupferplatte verſah, ſo daß nun zu jeder Zelle des Trogs eine Zinkplatte und

*) Philoſoph. Transact. for 1815. P. II. p. 363. ff.

zwey Kupferplatten gehörten, und nunmehr jede der beyden Oberflächen einer Zinkfläche einer Kupferplatte gegenüber ſtand.

Die Batterie beſteht aus 21 Zellen, welche zuſammengenommen 945 Gallonen faſſen. An jedem Pole der Batterie iſt eine Röhre aus Bley von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer gelöthet, deren anderes Ende in ein Gefäß mit Queckſilber herabgehet. An jedem Ende des Troges ſteht eins dieſer Gefäße, und das Queckſilber in beyden wird in leitende Verbindung geſetzet, wenn man die Batterie ſchließen will.

Die erſte Reihe der Verſuche, welche Herr Childern mit dieſer mächtigen Batterie anſtellte, betraf die Reihenfolge, in welcher die verſchiedenen Metalle in dem Kreiſe der elektriſchen Säule leichter oder ſchwerer glühend werden. Zu dieſer Abſicht nahm er zu jedem Verſuche zwey Drähte aus verſchiedenen Metallen von gleichem Durchmeſſer und gleicher Länge. Den einen ſetzte er mit dem Queckſilber an dem poſitiven, den andern mit dem Queckſilber an dem negativen Pole der Batterie in Berührung, und hieng dann die beyden Enden derſelben, die er umgebogen hatte, in einander, ſo daß die Drähte eine zuſammenhangende Leitung bildeten. Jeder Draht war 8 Zoll lang und $\frac{1}{30}$ Zoll dick. Die Batterie wurde bey dieſen Verſuchen nur mäßig erreget, indem er in die Zellen eine Flüſſigkeit goß, welche 40 Theile Waſſer und 1 Theil Säure enthielt. Die Reſultate ſeiner Verſuche waren folgende:

Platin glühete, indem der gegenſtehende Golddraht unverändert blieb; Gold glühete, das Silber zeigte ſich aber unverändert; Gold und Kupfer glüheten beyde roth, ohne eine Verſchiedenheit wahrzunehmen; Eiſen glühete, während das Gold unverändert blieb; Eiſen glühete im Augenblicke der Berührung nahe am Pole der Batterie, hiernächſt kam der gegenſtehende Platindraht in ſeiner ganzen Länge zum Glühen; endlich erhitzte ſich das Eiſen ſtärker als das Platin, und das Glühen des letztern nahm an Stärke ab. Platin und Zink;

Digitized by Google

erſteres glühete nicht, aber der Zink, welcher nahe am Punkte der Berührung ſchmelzte; in einem zweyten Verſuche ſchmelzte der Zink nicht, obgleich das Platin, wie zuvor, glühend wurde. Eiſen und Zink; das Eiſen glühete, letzteres kam nicht in Fluß. Platin und Bley; das Bley ſchmelzte im Punkte der Berührung, aber keines von beyden kam zum Glühen. Platin und Zinn; hier fand daſſelbe ſtatt, was beym Platin und Bley ſich ereignete. Silber und Zink; der Zink kam zum Glühen, ehe er ſchmelzte, während das Silber dunkel blieb.

Wurde die Batterie mit mehreren Paaren ſolcher Drähte zugleich geſchloſſen, ſo erhielt er immer den vorigen ganz ähnliche Reſultate. Auch war der Erfolg in allen Verſuchen derſelbe, man mochte mit dem poſitiven Pole der Batterie den einen oder den andern der beyden Drähte in Berührung bringen.

Wurden die beyden Pole der Batterie genau mit einander verbunden, ſo war nun die Kette vollkommen geſchloſſen, und man nahm weder Glühung, noch Wärmung, noch chemiſche Wirkung wahr.

Wurde die Batterie mit zwey gleich langen, aber ungleich dicken Platindrähten geſchloſſen, von welchen der eine $\frac{1}{30}$, der andere $\frac{1}{20}$ Zoll Durchmeſſer hatte, ſo kam der dickere Draht zum Glühen, wahrſcheinlich weil er eine größere Menge von Elektricität aufzunehmen, und dagegen verhältnißmäßig von ſeiner Oberfläche in gleicher Zeit weniger Wärme zu entlaſſen im Stande war. Als aber beyde Drähte zu einem Leiter verbunden wurden, kehrte die Ordnung des Glühens um.

Folgende Verſuche hatte Herr Childern mit der Batterie bey einem ſehr hohen Grade von Erregung angeſtellt, und er betrachtet ſie als die größte Wirkung darſtellend, welche mit derſelben zu erreichen iſt, indem er von Zeit zu Zeit Säure nachgoß, ſo daß bey der größten Menge derſelben ſie ungefähr $\frac{1}{20}$ der Flüſſigkeit betragen mochte. Dabey hatte er auch gefunden, daß Salpeterſäure und Schwefelſäure mit einander vermiſcht die bedeu-

tendſten und am längſten dauernden Wirkungen hervorbrachten.

Ein Platindraht von 5½ Fuß Länge und 0,11 Zoll Dicke wurde in ſeiner ganzen Länge bey vollem Tageslichte roth glühend; ſo wie ein 8½ Fuß langer und 0,44 Zoll dicker Platindraht. Ein viereckter Platinſtäbchen ⅙ Zoll ins Gevierte und 2¼ Zoll lang glühete roth und ſchmelzte zuletzt, und ein cylindriſches Platinſtäbchen 0,276 Zoll dick und 2½ Zoll lang wurde in ſeiner ganzen Länge weißglühend. Sehr dünne Streifen Holzkohle wurden mittelſt der Batterie in ſehr ſtarken Rothglühen in Chlorgas, ſo wie auch in Stickgas gebracht, weder die Kohle noch das Gas erlitt davon irgend eine Aenderung.

Jetzt verſuchte auch Herr Childern die Wirkung der Batterie auf ſehr ſchmelzbare Körper. Jeden dieſer Körper brachte er in eine kleine Vertiefung eines Stückchens gut gebrannter Kohle, welches auf dem Queckſilber in einem Gefäße ſchwamm, und ſchloß dann die Kette der Batterie mit einem zweyten Stück Kohle, welches durch dicken Kupferdraht mit dem andern Queckſilbergefäß in leitende Verbindung gebracht war. Jedes der Metalloxyde, womit der Verſuch angeſtellet wurde, war zuvor in einem guten Ofen ſtark geglühet worden.

Scheeloxyd ſchmelzte und bildete zum Theil einen metalliſchglänzenden, gräulichweißen, dichten und ſehr brüchigen Körper; von Tantaloxyd ſchmelzte nur eine ſehr kleine Menge in röthlichgelben und ausnehmend brüchigen Körnern; Uranoxyd wurde gänzlich geſchmolzen, aber ohne Metallglanz zu zeigen; eben ſo verhielt ſich auch Titanoxyd, welches, wenn es ſtark erhitzt wurde, wie das Eiſen unter Ausſprühen glänzender Funken brannte; Ceriumoxyd ſchmelzte und brannte, als es heftig erhitzt war, mit einer großen, lebhaften, weißen Flamme und verflüchtigte zum Theil, erhielt aber keinen Metallglanz. Als das geſchmolzene Oxyd einige Stunden lang der Luft ausgeſetzet war, verwandelte es ſich in ein hellbraunes Pulver, welches eine Menge kleiner Theilchen von Silber-

glanz enthielt, und einen dem Phosphor-Waſſerſtoffgas ähnlichen Geruch aushauchte. Molybdänoxyd ſchmelzte und reducirte ſich leicht; das Metall iſt ſehr brüchig von ſtahlgrauer Farbe, und überzieht ſich bald mit einer dünnen Lage purpurfarbenen Oxyds, das aus Iridium und Osmium zuſammengeſetzte Metall ſchmelzte zu einem Kügelchen; reines Iridium ſchmelzte zu einer unvollkommenen Kugel, welche noch einige kleine Höhlungen enthielt; das Metall iſt ſehr glänzend, und das ſpecifiſche Gewicht betrug in dem Zuſtande, worin Herr Childern es erhalten hatte, 18,68, welches aber wegen der Poroſität des Kügelchens zu geringe iſt. Rubin und Sapphir ſchmelzten nicht; blauer Spinell verwandelte ſich in eine Schlacke; Talkerde backte zuſammen; Norweg'ſcher Zirkon erlitt eine unvollkommene Schmelzung; Quarz, Kieſelſchiefer und Reißbley blieben unverändert, und Gadolinit ſchmelzte zu einem Kügelchen.

Nun ſuchte auch Herr Childern eine Gewißheit zu erhalten, ob ſich nicht eine Verſchiedenheit in dem Grade der Hitze entdecken laſſe, welche an dem einen und welche an dem andern Pole der Batterie entſteht, und zwar mit Hülfe gleicher abgewogener Queckſilbermengen, welche ſich in zwey kleinen Schalen aus gebranntem Thon, die eine an dem einen, die andere an dem zweyten Pole der Batterie befanden. Das Queckſilber beyder Schalen verband er durch einen Platindraht, deſſen Länge und Dicke ſo gewählt worden war, daß die Batterie ihn immerfort im Glühen erhielt. Nach 20 Minuten hatte das mit dem Zinkende der Batterie verbundene Queckſilber eine Temperatur von 121°, und das mit dem Kupferende der Batterie verbundene eine Temperatur von 112° Fahr. angenommen.

Mit dieſer Batterie konnte Herr Childern keine Leidner Flaſche auch nicht im geringſten Grade laden, wenn auch die Batterie die größte Wirkſamkeit beſaß.

Als Childern in einem andern Verſuche alle Zinkplatten der Batterie von den Kupferplatten dadurch

trennte, daß er die Bleyſtreifen zerſchnitt, durch welche ſie mit einander verbunden waren, ſodann alle Zinkplatten durch andere Bleyſtreifen mit einander verband, und eben ſo mit den Kupferplatten verfuhr, und dadurch die ganze Batterie in ein großes Zinkkupferplattenpaar von 1344 Quadratfuß Oberfläche verwandelte, brachte dieſe große einfache galvaniſche Kette, nachdem die Platten zuvor über die Säure, ohne ſie zu berühren, aufgehängt, und beyder Rieſenplatten Oberflächen durch einen $\frac{1}{3000}$ Zoll dicken und ohngefähr $\frac{1}{30}$ Zoll langen Platindraht verbunden worden waren, als ſie im Dunkeln die Säure hinabgelaſſen wurde, am Platin keine Spur von Glühung hervor, während doch in einer anderen, von **Wollaſton** erfundenen Vorrichtung, mit 48384mal kleinern Platten anhaltendes Glühen erfolgte.

Herr **Wollaſton** *) hatte in einem Briefe an Herrn **Thompſon** einen möglichſt einfachen und wenigſten Raum einnehmenden Apparat beſchrieben, welcher beſonders das Glühen der Metalldrähte ſichtbar zu machen vermochte. Er war der Meinung, daß das Glühen der Metalldrähte eine außerordentlich belehrende Anzeige der großen Menge von Electricität ſey, welche ſich während des Auflöſens der Metalle entwickele. Zu dieſem Ende habe er eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, um jenen Apparat aufzufinden. Dieſe Verſuche hatten ihn belehret, daß eine Zinkplatte, welche auf jeder Seite 1 Quadratzoll große Oberfläche hat, bey gehöriger Einrichtung mehr als hinreicht, einen Platindraht von ungefähr $\frac{1}{3000}$ Zoll Durchmeſſer zum Glühen zu bringen, ſelbſt dann noch, wenn die Säure mit Waſſer verdünnt iſt. Weſentlich nöthig ſey es aber zu dieſem Erfolg, daß ſich den beyden Zinkflächen gegenüber mit ihnen gleich große Flächen von Kupfer oder einem andern Metall befinden; denn wenn nur der einen Zinkfläche eine Zinkplatte gegenüberſtehe, ſo gehe die Wirkung der andern Zinkfläche faſt

*) *Thompson* annals of philosophy. Jahrg. 1715.

ganz verloren. Hiernach beſtand Herrn Wollaſton's kleinſter Apparat aus einem ſilbernen oder kupfernen Fingerhute, aus welchem der Boden herausgenommen, und dann platt geklopfet war (Fig. 19.) BCED, ſo daß die beyden gegenüberſtehenden Wände deſſelben nur ungefähr noch um 2 Linien von einander entfernet waren. Unten war die Länge DE ungefähr 1 Zoll, oben die Länge BC $\frac{8}{10}$ Zoll, und die Höhe betrug nicht über $\frac{9}{10}$ Zoll, daher eine Zinkplatte, welche beſtimmt war, in den abgeplatteten Fingerhut hineingeſchoben zu werden, nicht ganz eine Größe von $\frac{3}{4}$ Quadratzoll haben durfte. Ehe die Zinkplatte Z hineingeſchoben wurde, wurden an ſelbige mehrere feine Drähte zur Hervorbringung des galvaniſchen Kreiſes angelöthet, und die Ränder derſelben mit Siegellack verſehen, welches nicht allein machte, daß die beyden Metalle ſich in dieſem Theile ihrer Oberflächen nicht berühren konnten, ſondern auch dazu diente, die Zinkplatte in ihrer Lage zu befeſtigen, indem der abgeplattete Fingerhut ſo ſtark erhitzt wurde, daß das Siegellack ſchmelzen mußte.

An die beyden Ecken des obern Randes des abgeplatteten Fingerhutes wurde ein hinlänglich dicker und gehörig gebogener Draht BAC mit ſeinen beyden Enden angelöthet. Dieſer diente ſowohl als Handhabe oder Henkel für den Apparat, der während des Verſuchs bey dieſem Drahte gehalten wurde, als auch als Geſtell, an welches ſich die von der Zinkplatte ausgehenden Drähte ZA feſt machen ließen.

Die leitenden Drähte beſtanden erſtlich aus zwey Platindrähten von $\frac{1}{40}$ Zoll Durchmeſſer, jeder 1 Zoll lang, und zweytens aus dem höchſt feinen Verbindungsdrahte. Jene beyden Verbindungsdrähte wurden an zwey verſchiedenen Stellen durch Glaskügelchen ſo an einander befeſtiget, daß von jedem das eine Ende mit der Mitte des andern durch Glas zuſammenhieng, und darauf wurden ſie verzinnt ſowohl an ihren Enden, um mit ihnen an die Zinkplatte und an den zum Griff dienenden Silberdraht angelöthet zu werden, als auch an den

Digitized by Google

Theil, der um ihre Mitte parallel neben einander lag, und wo der feine Verbindungsdraht angebracht werden ſollte. Dieſer feine Verbindungsdraht beſtand aus einem Silberdraht, der in ſeiner Axe einen äußerſt feinen Platindraht beſaß. In der Mitte wurde ein Theil davon 1 Zoll lang gekrümmt, welcher ſich in verdünntes Scheidewaſſer eintauchen ließ; dies fraß das Silber weg, und ließ das Platin unbekleidet zurück. Das Silber, welches an den beyden Enden zurückblieb, diente dazu, den feinen Platindraht queer über die beyden dickern Platindrähte, an welche er angelöthet werden ſollte, ſtraff anzuziehen.

Die Säure, in welche dieſer Apparat bis beynahe an den obern Rand BC getauchet wurde, beſteht aus 1 Maaß Schwefelſäure und 50 Maaß Waſſer. Sogleich, als der Apparat eingetauchet ward, glühete der feine Platindraht und zwar mehrere Sekunden lang, ſo daß man ein Zündhölzchen oder Schwamm darin anzünden kann. Herr Wollaſton glaubt hieraus ſchließen zu können, daß dieſe Erſcheinung nicht von der bloßen Berührung abhange, indem man ſonſt nur einen einzigen ſogleich wieder verſchwindenden Funken ſehen müßte.

Dieſe kleine Vorrichtung des Herrn Wollaſton weicht von der des Herrn Childern's darin ab, daß in des erſtern Apparat ſich der feine Platindraht zwiſchen zwey dickern Drähten befindet, daß die Zinkplatte von beyden Seiten mit einer noch einmal ſo großen Silberfläche umgränzt iſt, und daß zwiſchen den Gegenflächen beyder Metalle nur eine ſehr dünne Säureflüſſigkeits-Schichte liegt. Uebrigens ſ. m. d. Artikel: Galvinismus.

Während die Phyſiker ſich mit Aufbauung und Wirkung großer galvaniſcher naſſer Apparate beſchäftigten, gelang es endlich auch den Herren de Luc in England und Zamboni in Italien ſogenannte trockene Säulen von großer Wirkung zu Stande zu bringen. Herr de Luc *)

*) *Nicholson's* Journal n. 117. u. f. im Auszuge in der Bibliotheque Britann. 1811. Vol. 47. und frey überſ. in Gilbert's Annalen. B. XLIX. S. 100 u. f.

bemühete ſich, Säulen aus zwey Metallen und einem trockenen, möglichſt guten, nicht metalliſchen Leiter aufzufinden. Er wählte anfänglich dazu gewöhnliches Schreibpapier, und leimte ſelbiges in ſeiner Zink-Silber-Säule auf die Metalle, um eine genaue Berührung damit zu erhalten, zuerſt auf beyde Metalle, nachher aber nur auf eins; dabey wollte er nun gefunden haben, daß der Durchgang der elektriſchen Flüſſigkeit erleichtert werde, wenn die Papierſcheibe auf die negative, dagegen erſchwert, wenn ſie auf die poſitive Metallſcheibe aufgeleimet werde. Eine Säule aus 20 Gruppen Zink, Silber und loſem Papier gab mittelſt des Condenſators, wenn das andere Ende leitend berühret wurde, nur 0″, 35 Divergenz; nachdem aber das Papier auf die Silberſcheiben geleimet war, ſchlugen die Goldblättchen an. Dieſe und mehrere Verſuche dieſer Art gaben dem Herrn de Luc die Veranlaſſung, ſtatt der negativen mit Papier beklebten Metallplatte, Scheiben aus Goldpapier zu wählen; und er behauptet von einer Säule aus 76 Paaren Zink und Goldpapier ſtärkere elektriſche Divergenzen, als von einer Säule aus 76 Gruppen Zink, Kupfer und einem feuchten Leiter, erhalten zu haben. In der Meinung, nunmehr im Beſitze eines neuen galvaniſchen Apparats ohne Oxydation und von nie aufhörender Wirkſamkeit zu ſeyn, ſuchte Herr de Luc im Großen Verſuche anzuſtellen. Er reihete daher roſenkranzartig Scheiben aus Goldblattpapier und verzinntem Eiſenbleche über einander an eine ſeidene Schnur, und errichtete ſo in zwey Schenkeln eine Säule von 800 Paaren. Dieſe gab eine mächtigere elektriſche Spannung, als er noch an irgend einer feuchten Säule geſehen hatte, und zeigte dennoch in den Gasröhren nicht die geringſte Spur einer chemiſchen Wirkung. Dagegen glaubte er zu bemerken, daß er an dieſem neuen Apparate ein neues und ſehr nützliches meteorologiſches Inſtrument beſitze.

Mehrere Wochen hindurch beobachtete er dieſe Säule, und nahm an ihr Folgendes wahr: 1. für Goldblatt-Elek-

Digitized by Google

trometer wurde in ihr zu viel Elektricität erreget, indem ſie die Goldblättchen immer weiter aus einander trieb, bis eins an den Stanniolſtreifen des Elektrometer anſchlug; augenblicklich ſank es zurück, kam aber bald darauf wieder zum Anſchlagen. In dem Moment des Anſchlagens wird der Pol, zu welchem das Elektrometer gehöret, mit der Erde in leitende Verbindung und auf Null gebracht, dadurch nahm die Elektricität des entgegengeſetzten Pols zu, und daher fand das Anſchlagen mannichmal abwechſelnd an den beyden Enden der Säule ſtatt. 2. Zuweilen trat es jedoch einen oder zwey Tage über nur an dem einen, und wenn der Zuſtand der Atmoſphäre ſich änderte, nur an dem andern Pole ein. 3. Mannichmal ſchlug das Goldblättchen in jeder Sekunde, manchmal kaum in jeder Minute einmal. 4. Wenn das Anſchlagen mehrere Tage lang beynahe gleichförmig fortgieng, pflegte es vom Morgen an bis zu einer gewiſſen Stunde Nachmittags zuzunehmen, dann aber bis am Abend wieder abzunehmen. 5. Wurde einer der Pole leitend berühret, ſo ſanken die Goldblättchen an ihm zuſammen, und ſchlugen an dem entgegengeſetzten häufiger an. Berührte man darauf auch dieſen Pol, ſo nahm die Elektricität an dem erſtern nicht immer um eben ſo viel und eben ſo ſchnell zu. 6. Im Winter 1808, als Herr de Luc dieſe Beobachtungen anfieng, geſchah das Anſchlagen ſehr häufig; als aber das Frühjahr kam, und, wie er vermuthet, nach Maasgabe als die Vegetation vor ſich gieng, nahm es ab, und die Berührung eines dieſer Pole bewirkte nun nicht mehr dieſelben Veränderungen. 7. Weder der Thermometer-, noch der Hygrometer-, noch der Barometerſtand ſchienen Einfluß auf die Veränderungen zu haben. Die beyden erſtern veränderten ſich während der Zeit dieſer Beobachtungen nur wenig.

Herr de Luc hält ſich durch dieſe Thatſachen für berechtiget, die Veränderungen in den elektriſchen Erſcheinungen ſeiner Säule den Veränderungen in dem elektriſchen Zuſtande der umgebenden Luft, und die Verſchieden-

heit in dem Erfolg bey leitender Berührung eines Pols, den Schwingungen zuzuſchreiben, welche zwiſchen dem elektriſchen Zuſtande der Erde und dem der Luft vor ſich gehen.

Wenn ein Goldblättchen wiederholt an das innere Beleg des Elektrometers angeſchlagen hatte, blieb es zuletzt gewöhnlich an demſelben hangen; das Elektrometer des andern Pols kam dann in Bewegung, das Goldblättchen blieb aber auch hier zuletzt an den Wänden hängen, und dann war die Kette der Säule geſchloſſen. Um dies Hinderniß zu entfernen, wollte Herr de Luc dieſe Säule ſo verſtärken, daß ſie Elektroſkope mit kleinen Metallkugeln zum Divergiren brächte. Hiebey kam es nun auf die beyden Fragen an, mußte eine Vergrößerung der Oberfläche der Platten, oder eine Vermehrung der Zahl der Plattenpaare ſtatt finden? Um ſich hierüber durch einige Verſuche zu belehren, bauet er drey Säulen aus 10 Plattenpaaren verzinntem Eiſenblech und Goldpapier auf, die eine aus viereckigten Platten von 4 Zoll Seite, die zweyte aus Scheiben von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, und die dritte aus ſeinen gewöhnlichen Scheiben von 1,6 Zoll Durchmeſſer. Herr de Luc wollte gefunden haben, daß die elektroſkopiſche Wirkung der großplattigen Säule immer merklich geringer, als die der andern Säulen geweſen, daß alſo für die Größe der elektroſkopiſchen Divergenz die Größe der Platten gleichgültig ſey; daß aber die Häufigkeit des Anſchlagens der kleinen elektroſkopiſchen Pendel, und die Intenſität der Wirkungen beym Schließen der Kette, bey gleicher Zahl von Plattenpaaren mit der Größe der Oberfläche zunehme.

Beſonders auffallend war Herrn de Luc die außerordentliche Langſamkeit, mit welcher die eigentliche elektrometriſche Wirkung in ſeiner trockenen Säule vor ſich gieng, während, wenn man blos ihre Leitungsfähigkeit in Anſpruch nahm, ſie die Elektricität ſehr ſchnell durch ſich hindurchließ. Der geringſte Grad von Elektricität, den ein iſolirter, poſitiv oder negativ elektriſirter Körper

dem einen Ende der Säule mittheilte, äußerte ſich augenblicklich am andern Ende, war er nur ſo ſtark, die Goldblättchen zum Divergiren zu bringen. Wurde dagegen, wenn beyde Elektrometer an den Enden der Säule gleich divergirten, das eine mit dem Finger berühret, ſo daß die Blättchen deſſelben zuſammenfielen, und die Goldblättchen das andere ſtärker divergirten, ſo vergieng mannichmal eine geraume Zeit, ehe die Blättchen des erſtern wieder zu ihrer vorigen Divergenz kamen. So langſam pflanzt ſich die in dieſem Apparate entwickelte elektriſche Flüſſigkeit durch denſelben fort.

Um ſeine roſenkranzartigen trockenen Säulen gegen Staub zu verwahren, hieng ſie Herr de Luc in Glasröhren, ſo daß ſie die Wände derſelben nicht berührten. Jede ſolche aus 140 Scheiben beſtehende Säule wirkte unmittelbar auf das Goldblattelektrometer, und ihre Wirkung verdoppelte ſich, wenn er zwey verband. Späterhin nahm er bey derſelben Conſtruktion Zinkſcheiben ſtatt der Scheiben aus Eiſenblech, machte die Roſenkränze viel länger, hieng ſie mittelſt ſeidner Schnüre an die Decke, und verband ihre Enden durch Dråhte mit Elektroſkopen, welche zwey hangende Metallkügelchen enthielten. Dieſe Einrichtung hatte ſeine Säule im Jahre 1808. Er machte ſie der königl. Societät am 7ten May 1809 bekannt, und in einer andern Abhandlung bildet er ſeinen neuen Apparat ſo ab, wie ihn die Fig. 20. vorſtellet.

Zwey maſſive mit Firniß überzogene Glasſtäbe 1, 1, welche auf dem Fußbrette 2, 2 feſt aufgeſchraubet ſind, durch Schrauben, die von unten her faſſen, tragen die horizontal liegende trockene elektriſche Säule AB, welche ſich zwiſchen drey, heiß mit Siegellack überzogenen Glasſtäben und den beyden Meſſingſcheiben A, B befindet. Die Glasſtäbe ſind mit Siegellack in dieſe Scheiben eingekittet, und an dieſen ſitzt unten ein Stift, der gedrängt in ein Loch der Meſſingkappen der Glasſäulen 1, 1 paßt. Die Säule beſteht aus 600 Paar Scheiben Zink und Goldpapier von ½ Zoll Durchmeſſer. Alle Goldpapier-

ſcheiben ſind mit der Kupferſeite nach A, mit der Papierſeite nach B zu gewendet; daher iſt A der poſitive (oder Zink-) Pol, und B der negative (oder Kupfer-) Pol der Säule. Die in Ringe ſich endigenden Schrauben dienen die Scheiben an einander zu drucken und Meſſingdrähte zur Verbindung der Säule mit den Elektroſkopen aufzunehmen, wie dies die Figur zeiget. Gewöhnlich werden die Goldblättchen von der Säule bis zum Anſchlagen aus einander getrieben; die folgenden Verſuche wurden an Tagen ſchwacher Elektricität, oder mit kleinern Säulen von 200 Paaren angeſtellet.

Divergiren beyde Elektrometer gleich ſtark, und man legt den Finger auf die Deckplatte des einen, ſo ſinkt dieſes zuſammen, und das andere kommt allmählig bis zur doppelten Divergenz. Nimmt man dann den Finger weg, und überläßt die Säule ſich ſelbſt, ſo geht mannichmal eine halbe, ja ſelbſt eine Stunde hin, bis beyde Elektrometer wieder zu ihrer anfänglichen Divergenz kommen. Und doch wirkt Berührung mit einem iſolirten poſitiv oder negativ elektriſchen Körper augenblicklich auf das Elektrometer des entgegengeſetzten Endes. Faßt man beyde Elektrometer mit den Fingern an, und hebt dieſe Berührung zugleich auf, ſo kommen ſie ſchnell zu ihrem anfänglichen Zuſtand.

In der Mitte der Säule befindet ſich noch eine Meſſingſcheibe C, und unter ihr ein drittes Elektrometer c. Dieſes läßt ſich durch den eingehakten Meſſingdraht 4 mit ihr, oder durch einen biegſamen Leiter mit iſolirender Handhabe, den man nach Belieben krümmet, mit jeder andern Scheibe der Säule leitend verbinden. Beſteht die erſtere Verbindung und divergiren die beyden Elektrometer in A und B gleich ſtark, ſo iſt das in C ohne Divergenz. Berührt man nun B mit dem Finger, ſo kommt C zu derſelben poſitiven Divergenz, welche A hatte, und A zur doppelten. Dem ähnlich iſt die Wirkung, wenn A leitend berühret wird. Befindet ſich die Säule in einem Zuſtande, daß die Elektrometer an den Enden abwechſelnd

zum Anſchlagen kommen, ſo zeigt ſich im Innern der Säule am Elektrometer C eine Art von elektriſcher Ebbe und Fluth; hängt das Goldblatt des — Elektrometers an, und das des + Elektrometers ſtößt wiederholt an, ſo ſinken die Blättchen der mittleren etwas zuſammen bey jedem Anſchlagen, und gehn dann wieder weiter aus einander.

Die gewöhnliche Säule zeigt zwar, nach Herrn de Luc, dieſe Erſcheinungen ebenfalls, aber auf eine weniger elegante und dauernde Art, weil ſich die Metalle oxydiren. Seine Säule ſey daher die wahre Elektriſirmaſchine der Säule Volta's.

Die Säule hat an ihren Enden zwey meſſingene Haken 5, 6, die 1 Zoll weit vorſpringen. In dieſe läßt ſich der Apparat zur Waſſerzerſetzung einhängen, wie ſolches die Figur zeiget. Der lange Draht 8 hängt an einem ſeidenen Faden, der über die Rolle 10 geht, und in der Pincette 11 befeſtiget iſt; in dieſer Lage bewirkt die Gegenwart der Glasröhre voll Waſſer nicht die geringſte Veränderung in der Divergenz der Elektrometer. Läßt man aber den Seidenfaden nach, ſo daß die beyden Drähte 7 und 5 ſich in einander haken, ſo ſtrömt die Elektricität mit ſolcher Geſchwindigkeit durch die Waſſerröhre von A nach B, daß beyde Elektroſkope im Augenblicke zuſammenfallen, und nicht eher wieder aus einander gehen, als bis man die Schnur wieder anzieht, und den Haken 7 aus dem 5 heraushebt. Nach Herrn de Luc ſoll daraus folgen, daß die Waſſerröhre als bloßer Leiter ſo gut wirke, als ein metalliſcher Leiter; und doch geht in ihr keine Waſſerzerſetzung vor, da alle chemiſche Wirkung ausbleibt, wenn die Säule ohne Oxydirung iſt.

Herr de Luc hält ſeine Säule beſonders geeignet, das Leitungsvermögen verſchiedener Körper, wovon man Streifen oder Stäbe haben kann, zu erforſchen. Man legt die Streifen auf die beyden im Fußgeſtell angebrachten meſſingenen Haken 12, 12, um ihnen alle Elektricität zu benehmen, hebt ſie dann mittelſt zweyer gefirnißten

Glasſtäbe iſolirt auf, und legt ſie auf die Haken 5, 6. Hier ſchließen ſie die Säule, und aus dem Verhalten der Elektrometer läßt ſich auf ihr Leitungsvermögen ſchließen.

Anfänglich hatte de Luc ſeine Säule in drey Theile getheilet, jede von 200 Paaren. Alle drey zeigten einerley Spannung. Als er die poſitiven Enden aller drey mit demſelben Elektrometer verband, nahm die Spannung nicht zu. Als er aber eine an die andere hieng, wurden die Goldblättchen bis zum Anſchlagen aus einander getrieben. Zuletzt blieben ſie oft an den Zinnſtreifen hängen und dies beſtimmte ihn, die Kraft der Säule durch Vereinigung aller drey in eine Säule von 600 Paaren ſo zu verſtärken, daß eine kleine an einem ſeidenen Faden hangende Goldkugel, wenn ſie ſich zwiſchen zwey mit den Polen verbundenen und in Kugeln ſich endigenden Meſſingdrähten befand, von dieſen Meſſingkugeln abwechſelnd angezogen und wieder abgeſtoßen wurde. Allein brachte er die beyden Kugeln einander zu nahe, ſo gieng das Goldkügelchen ſo ſchnell zwiſchen ihnen hin und her, daß ſich das Anſchlagen nicht zählen ließ, und entfernte er ſie weiter, ſo blieb das Kügelchen oft Stunden lang ruhig, wenn es von beyden Metallkugeln gleich ſtark angezogen wurde, oder hieng ſich an die eine an. Ueberzeugt hierdurch, daß die Goldkugel nicht iſolirt ſeyn dürfe, hieng er ſie an einem dünnen Drahte dicht neben der Kugel des poſitiven Pols auf, und ſtellte ihr eine Meſſingkugel gegenüber, die er anfangs mit dem Boden, ſpäterhin aber bald mit dem Boden, bald mit dem negativen Pole verband.

Auf das $1\frac{1}{2}$ Zoll weit vorſpringende Stück 13 der Meſſingkappe der Glasſäule, welche das poſitive Ende A der Säule trägt, iſt ein anderes Meſſingſtück aufgeſchraubt, an deſſen Seite ſich eine Dille 14 ſenkrecht befindet, durch die gedrängt ein Meſſingſtab geht, welcher an ſeinem untern Ende eine vor und zurück, herauf und herab zu bewegende große meſſingene Kugel 15, und am obern Ende einen horizontalen in den Ring 16 ſich endigenden Arm trägt,

R

Digitized by Google

von welchem an einem feinen Silberfaden die kleine goldene Kugel 17 ſo herabhängt, daß ſie die große beynahe berühret. Auf dem Schieber 19, 19, der ſich zwiſchen den Stiften 20, 20, vor- und rückwärts bewegen läßt, ſtehn zwey kleine Iſolirfüße 27, 27, und tragen eine Meſſingplatte 28, auf deren vorderm Ende ſich die zweyte große Meſſingkugel 18 dem Goldkügelchen gegenüber befindet. Auf dem hintern Theile dieſer Platte iſt eine Feder von Meſſing 23, und ein ſenkrecht ſtehender Streiſen von Meſſing 25 angebracht, die beyde durch zwey Schrauben auf die Platte aufgeſchraubt, und hier ½ Zoll breit ſind. Die Feder läuſt nach vorn ſchwächer zu, und endiget ſich in einen Bogen 22, deſſen Sehne 21, aus einem Silberdraht beſteht, gegen den der Silberfaden der Goldkugel 17 ſchlägt, wenn ſich dieſelbe der Kugel 18 nähert, und zwar, bevor ſie ſie berühret. Die dazu erforderliche Lage der Feder läßt ſich vermittelſt der Schraube 26 geben. Die Meſſingplatte 28, und durch ſie die Kugel 18 ließen ſich mittelſt des Drahtes 29 entweder mit der Erde, oder, wenn man den Draht in 5 einhakte, mit dem negativen Pole der Säule verbinden. Wegen der großen Beweglichkeit des Silberfadens mit der Goldkugel mußte Herr de Luc den Apparat auf einem recht feſt ſtehenden Tiſch in einen Glaskaſten ſetzen. Herr de Luc hat denſelben beſonders zu Beobachtungen des elektriſchen Zuſtandes der atmoſphäriſchen Luft gebrauchet, und hat ihm daher den Namen: atmoſphäriſches Elektroſkop, gegeben. M. ſ. Luftelektricität.

Dieſe Arbeiten des verdienten Herrn de Luc haben ſehr wahrſcheinlich dem Abbate G. Zamboni, Profeſſor der Phyſik am Lyceum zu Verona, die Veranlaſſung gegeben, ſich mit der trockenen galvaniſchen Säule zu beſchäftigen. Er ſchrieb darüber eine Diſſertation, und eine Fortſetzung derſelben *). Die erſte Nachricht von Zamboni's

*) Dissertazione sulla pila elettrica a secco, und als Fortſetzung descrizione della colonna elettrica del Sig. *de Luc*, e conside-

trockener Säule iſt von der Münchener Akademie der Wiſſenſchaften ausgegangen *). Herr Aſſalini aus Mailand, der Leibarzt des Prinzen Eugen, der ſich damals nach der bekannten Umwälzung Italiens in München aufhielt, zeigte dieſe Säule in einer Sitzung der phyſikaliſchen Claſſe der Akademie der Wiſſenſchaften zu München am 14ten Juny 1814 vor. Sie beſtand aus Scheiben ungeleimten Silberpapiers, das auf der nicht metalliſchen Seite mit einem Teig aus Braunſtein und Honig belegt war. In einer inwendig und äußerlich mit Siegellack überzogenen Glasröhre, welche auf einem Fußgeſtell aus Meſſing ſtand, waren 2000 ſolcher Scheiben zu einer Säule über einander geſchichtet. Die Glasröhre war oben mit einem meſſingenen Knopfe verſehen, mit welchem die oberſte Platte durch einen Draht verbunden war. Dieſe Säule gab ſehr ſtarke elektriſche Erſcheinungen ohne Funken und ohne chemiſche Wirkung.

Außerdem hatte Herr Zamboni an dieſe Säule eine ganz neue Vorrichtung angebracht, die beſonders merkwürdig iſt. Er ſtellt nämlich zwey ſolche völlig gleiche Säulen 4 bis 5 Zoll weit von einander, und zwiſchen ihnen, auf einem eigenen Geſtell, eine in der Mitte durchbohrte und, wie die Neigungsnadeln, um eine Axe bewegliche Nadel, welche ungefähr $\frac{2}{3}$ der Länge der Säule hat. Dieſe wird abwechſelnd von der einen und andern Säule angezogen, und dieſe Bewegung dauert eben ſo ununterbrochen fort, als die Wirkſamkeit der Säule. Herr Zamboni beſaß damals einen ſolchen Apparat, wo die Nadel bereits ſeit 2 Jahren ſich in gleichförmiger Schwingung befand, ohne daß ſich die geringſte Abnahme ihrer Bewegung gezeiget hatte.

razioni sull' analisi de lui fatte della Pila Voltiana in *Brugnatelli*'s Giornale di Fisica, chimica etc. T. V. p. 424 – 446. To. VI. P. 31 – 43.

*) Allgem. Zeit. 3. Sept. 1814 und im Anzeiger der Deutſchen 1814. N. 222.

Digitized by Google

Der Herr Prof. Kaſtner *) bemerket, daß er bereits im Auguſt in London eine der Zamboniſchen Säule ähnliche Einrichtung aus 1510 Scheibenpaaren beſtehend, in zwey Glasröhren eingeſchloſſen, oben mit den gleichnahmigen Polen durch einen Draht verbunden, und unten zwiſchen den ungleichnahmigen Polen ein durch die das Pendel bildende herabhangende Kugel in Bewegung geſetztes elektriſches Glockenſpiel als ſogenanntes perpetuum mobile bey einem Mechanikus, welche er, der de Luc'ſchen Säule nachgebildet hatte, gefunden habe. Als ſpäterhin der Herr D. Aſſalini bey Sir Joſ. von Banks mehreren engliſchen Gelehrten die durch ihn vom feſten Lande mit nach London gebrachte mit einem Pendel verſehene Zamboniſche Säule vorzeigte, bemerkte Herr Kaſtner, daß dergleichen in London bereits noch wirkſamer und ſtatt des gewöhnlichen Pendels mit einem Glockenſpiele verſehen zu ſchauen ſey. Herr Kaſtner führte den Herrn D. Aſſalini nebſt andern Gelehrten nach dem erwähnten Mechanikus, und überzeugte ihn von der Richtigkeit ſeiner Angabe. Auch bey Herr de Luc in Windſor fand er ähnliche Pendel, neben ſeinem gewöhnlichen Kupferpendel.

Dieſe Zamboniſche Säule wurde ſehr bald in Deutſchland allgemeiner bekannt. Der verdiente Hr. D. Jäger β) in Stuttgart war einer der erſten, der durch die Güte des Herrn geheimen Raths v. Sömmering in München Säulen dieſer Art erhielt. Da man bisher faſt allgemein der Meinung geweſen war, daß es keine Volta'ſche Säule ohne Feuchtigkeit geben könne, ſo bemerkte Herr Jäger ganz richtig, daß es derjenige, dem die Beziehung, in welcher der Grad der Feuchtigkeit einer gewöhnlichen Volta'ſchen Säule zu ihren elektriſchen Aeußerungen ſteht, nur einiger Maaßen bekannt iſt, ſehr unwahrſcheinlich

---

*) Gren's Grundriß der Naturlehre. Halle, 1820. 8. §. 1384. Note.

β) Gilbert's Annalen. B. XLIX. S. 47. ff.

Digitized by Google

finden werde, daß in den Säulen von Behrens und von Zamboni die Zwiſchenleiter durch inhärirende Feuchtigkeit wirken. Um es aber noch mehr zu erweiſen, daß man ſich bey der Erklärung der Wirkſamkeit ſogenannter trockener Säulen vergeblich auf etwanige hygroſkopiſche Eigenſchaften der Stoffe berufen würde, welche die Metalle der Elektromotore von einander trennen, hatte er mehrere Verſuche angeſtellet. Dieſe Verſuche leiteten ihn wirklich auf Zamboni's Säule, welche er dahin abänderte, daß er Scheiben aus zuſammengeleimten unächtem Gold- und Silberpapier, die ſich mit ihren metalliſch ungleichen Seiten berührten, zu Säulen aufſchichtete. Auf dieſe Weiſe hatte er zwey Säulen, jede von 900 Scheiben, zuſammengeſetzet, und ſie in zwey mit aufgeſchraubten Meſſingkappen verſehenen Glasröhren geſetzt, ſo daß ſie mit ihren entgegengeſetzten Polen mit dem Boden verbunden ſind. Er fand ſie ſo hinreichend ſtark, um zwiſchen den beyden andern freyſtehenden Polen, das von Zamboni angegebene Pendel in Schwingung zu erhalten. Indeſſen bemerkte Herr Jäger, daß ſich die Schwingungen nicht, wie Zamboni behauptet, immer gleich bleiben, ſondern ihre Anzahl in denſelben Zeiten verändert ſich oft und bedeutend. Die Temperatur hat einen unverkennbaren Einfluß darauf; wahrſcheinlich haben noch einen weit größern Einfluß andere atmoſphäriſche oder telluriſche Verhältniſſe, wie Herr de Luc vermuthe.

Auffallend war ihm aber die große Wirkſamkeit ſeiner Säule in Vergleich mit der der Zamboniſchen, die aus unächtem auf der Papierſeite mit Braunſteinoxyd belegten Silberpapiere zuſammengeſetzet ſind. Denn er hatte durch genaue vergleichende Verſuche, welche er mit Zamboniſchen Scheiben, die er aus München erhalten, angeſtellet hatte, gefunden, daß die Erregung zwiſchen Braunſtein und unächtem Silber ſich zu der zwiſchen unächtem Golde und unächtem Silber, wenigſtens wie 9 : 8 verhalte; und Zamboni nehme zu ſeinen zwey Säulen 4000 ſolche Scheibchen. Herr Jäger führet aber ganz richtig an,

Digitized by Google

daß der Braunſtein bey weitem nicht ſo auf der Papierſeite des Silberpapiers vertheilt zu ſeyn ſcheine, daß er, wie das Kupfer auf dem Goldpapiere, eine zuſammenhangende Fläche darſtellte, daher er bey gleichem Durchmeſſer der Scheibchen eine kleinere belegte Fläche gebe, und es ſchienen die Mengen der in gleichen Zeiten ſich entwickelten Elektricitäten, alſo die Geſchwindigkeiten der Ladung, mit der Größe jener Flächen in einem geraden Verhältniſſe zu ſtehen. Ueberdem ſey das einfache Silberpapier immer hie und da durchlöchert, ſo daß bey vielen Scheibchen der Braunſtein in unmittelbare Berührung mit dem unächten Silber kommen könne, wodurch alsdann ein ſolches Scheibenpaar zu einem einfachen Leiter werde, und zur Verſtärkung der Elektricität nichts beytrage, welches bey ſeinen doppelten, zuſammengeleimten Papieren natürlich bey weitem ſeltener eintreten könne.

Auch hatte Herr Jäger verſucht, Säulen aus belegten Glasplättchen aufzurichten. Allein er fand ſie zu den gewöhnlichen Verſuchen untauglich, weil ſie ihre Pole außerordentlich langſam laden, ob ſie ihm gleich ſehr wichtig für die Theorie ſchienen. Hiebey bemerkte er, daß, wenn die Glasplatten nicht ganz bis an ihre Kanten belegt waren, durchaus keine Elektricität ſich zeiget.

Auch in Frankreich wurde die Zamboniſche Säule im Jahre 1814 bekannt, indem nach Erzählung des Hrn. Delamétherie dieſelbe von dem Grafen von Gazola aus Italien nach Paris ſey gebracht worden. Der daſelbſt befindliche Mechanikus Herr Dumotiez hat dergleichen zum Verkauf verfertiget.

Die Herren Prof. Ermann und D. Montanus *) in Berlin hatten ebenfalls aus 4000 Platten nach dem Muſter einiger durch den Herrn Prof. Pfaff aus Kiel in München erhaltenen Plättchen von Silberpapier, ſo wie ſie daſelbſt zur Conſtruktion der Zamboniſchen Säule angewendet waren, zwey Säulen erbauet, erhielten aber

*) Gilbert's Annalen. B. L. S. 87. ff.

trotz aller gebrauchten Vorſicht nur eine ſo ſchwache elektrometriſche Wirkung, daß ſie nicht anders als mittelſt des Condenſators bemerkt werden konnte, und mithin zur Bewegung eines Pendels, ja ſelbſt des Goldblatt-Elektrometers viel zu ſchwach war.

Nun verſuchten ſie Säulen aus dünnem gewalzten Zink und unächtem Goldpapier aufzubauen, ſo daß die Goldpapier-Platten vor dem Aufbauen mit Fleiß und größter Sorgfalt durch Sonnen- und Ofenwärme ausgetrocknet waren, und daher nach ihrer Meinung eher den Namen trockner Säulen verdienten, als die Zamboniſchen. Der Erfolg war aber ſehr befriedigend. Sie hatten zwey Säulen, jede von 500 Plattenpaaren, welche durch meſſingene Schlußplatten mittelſt ſeidener Schnüren feſt zuſammengehalten wurden. Eine jede dieſer Säulen ſetzte das Goldplatt-Elektrometer, auch ein leichtes Pendel, in lebhafte Bewegung, und noch mehr thaten es beyde Säulen zuſammen. Da aber das Hangenbleiben des Goldblatt-Elektrometers, wie dies ſchon Herr de Luc ergangen war, gar nicht vermieden werden konnte; ſo geriethen ſie nach mancherley Verſuchen endlich auf ein höchſt einfaches Pendel, welches aus einer mittelmäßig ſtarken Nähnadel beſteht, welche an einem äußerſt feinen ſeidenen Faden hängt. Dieſes Pendel gab ſehr lebhafte, ziemlich gleichzeitige Schwingungen, ohne daß das Hangenbleiben der Nadeln an den Kugeln der Pole bemerkt wurde. Uebrigens konnten ſie an dieſen Säulen keine chemiſche Wirkung wahrnehmen. Die Pendelbewegungen zwiſchen den entgegengeſetzten Polen zweyer Säulen blieben aber dieſelben, die Säulen mochten mit dem Boden verbunden ſeyn, oder iſolirt ſtehen; die Bewegung dauerte ſogar fort, wenn die Verbindung der untern entgegengeſetzten Pole der beyden Säulen aufgehoben wurde, indem eine jede auf Glas oder Seide iſolirt wurde.

Nachdem Zamboni *) über zwey Jahre damit beſchäf-

*) Gilbert's Annalen. B. LI. S. 182. ff.

tiget war, durch Verſuche auszumitteln, welches die beſte Art ſey, die elektromotoriſchen Säulen zu bauen und ihre elektriſche Kraft immer rege zu erhalten, kam er auf folgende beyde Methoden, welche er am beſten fand. Man beſtreiche entweder das auf das Metall geleimte Papier mit Baumöhl, wiſche es mit einem linnenen Lappen ſorgfältig ab, und ſtreue alsdann gepulvertes ſchwarzes Manganoxyd darauf; oder man näſſe die Metallſeite des Silberpapiers mit einer geſättigten Auflöſung ſalzſauren Zinks, und, wenn dieſe dem Anſcheine nach von ſelbſt eingetrocknet iſt, ſtreue man darauf das gepulverte ſchwarze Manganoxyd. Zur Erhaltung der elektriſchen Kraft ſolcher Säulen ſchließt er ſie in Glasröhren ein, die äußerlich und innerlich mit Firniß überzogen ſind, ohne zwiſchen Säule und Röhre noch einen andern iſolirenden Körper zu bringen, jedoch ſo, daß ſie die innere Fläche der Säulen nirgends berühren. Die Glasröhre wird am untern Ende hermetiſch verſchloſſen, und dahin iſolirender Maſtix gebracht. Auch das obere Ende wird hermetiſch verſchloſſen, an welchem ſich der thätige Pol der Säule befindet.

Eine ſolche Zamboniſche Säule dient nicht allein eine freyſchwebende Nadel in unausgeſetztem Schwingen zu erhalten, ſondern läßt ſich auch zu vielen andern elektriſchen Verſuchen gebrauchen. Elektrometer laſſen ſich ſehr bequem mit ihr poſitiv und negativ laden, und ſie iſt ſehr geſchickt, elektriſche Körper auf poſitive und negative Elektricität zu prüfen. Verbindet man ſie mit Coulomb's elektriſcher Wage, ſo erhalten die ſo feinen elektrometriſchen Verſuche mit derſelben mehr Genauigkeit, durch die Gewißheit, welche man mittelſt ihrer hat, bey vergleichenden Verſuchen immer einerley elektriſche Ladung zu erhalten. Leidner Flaſchen und große Batterien laſſen ſich mit ihr ſo elektriſiren, daß man aus ihnen Funken und ſtarke Schläge ziehen kann. Tauſend Scheiben, welche auf die zweyte Art zubereitet ſind, laden in ſehr kurzer Zeit Flaſchen von 4 bis 5 Quadratfuß Belegung ſo

ſtark, daß man beym Entladen den Schlag in den Armen und in der Bruſt fühlt.

Da Verſtärkungsflaſchen von bedeutend großer Oberfläche verlangt werden, um dieſe Wirkung zu erhalten, ſo hat Zamboni mit gutem Erfolg verſucht, auf folgende Art eine magiſche Tafel zu machen. Der iſolirende Körper derſelben iſt Papier, welches in der Hitze ausgetrocknet und unmittelbar darauf an beyden Flächen mit mehreren Lagen eines iſolirenden und geſchmeidigen Firniſſes überzogen iſt. Von einem langen Streifen ſolchen gefirnißten Papiers wird blos die eine Hälfte mit gewöhnlichem Goldpapier an beyden Seiten belegt, ſo daß, wie bey den magiſchen Tafeln, ein hinlänglich breiter unbelegter Rand bleibt. Man denke ſich dieſen Streifen ſenkrecht hängend mit der belegten Hälfte nach unten; denke ſich ferner am obern Rande des Beleges einen Metallſtab horizontal befeſtiget, deſſen eines Ende nicht über das Belege hinausgeht, deſſen anderes Ende aber zwey Zoll weit über den gefirnißten Papierſtreifen herausragt; und denke ſich endlich, es werde um dieſen Stab die obere nicht belegte Hälfte des Streifens herumgeſchlagen, ſo daß ſie über der untern hange, und man rolle dann beyde Hälften zugleich ſo dicht als möglich auf den Stab auf. Schiebt man dann die aufgewickelte Rolle in eine Metallröhre, ſo kommt mit dieſer das hintere Belege in Berührung; das vordere Belege berührt der Metallſtab, welcher die Stelle des innern Drahtes der Leidner Flaſche vertritt; die nicht belegte Hälfte des Streifen hält beyde Belege von einander. Auf ſolche Art nimmt die belegte Fläche zwar nur einen kleinen Raum ein, kann aber doch eine bedeutende Größe haben.

Nach Anleitung des Herrn D. v. Jäger hatte der Hofmechanikus zu Stuttgart, Herr Eberbach *), auf Koſten Sr. königl. Majeſtät eine Zamboniſche Säule von ungewöhnlicher Größe verfertiget. Sie beſtand aus

*) Gilbert's Annalen. B. LI. S. 182. ff.

vier Säulen, die auf Glasfüßen ruheten, wovon jede über 3000 Scheiben enthielt, die aus Gold- und Silberpapier zuſammengeleimet waren, und deren Oberfläche 3½ Quadratzoll betrug. Durch leitende Drähte waren dieſe vier Säulen zu einer Säule verbunden, in deren Mitte aber eine Ableitung nach dem Boden angebracht war, ſo daß ſie ſich, ſo lange dieſe beſtand, als zwey, jede an einem ihrer Pole ableitend berührte Säulen verhielten. Mit jedem der freyen entgegengeſetzt elektriſchen Enden dieſer beyden Säulen war eine Metallglocke, welche auf einem lackirten Glasſtabe aufſaß, und mit ihr ein Strohhalmelektrometer leitend verbunden, und dieſe beyden Glocken konnten auf einem mit einer Eintheilung verſehenen Geſtelle einander genähert, oder von einander entfernet werden. Zwiſchen ihnen ſchwingte das 10 Zoll lange und beträchtlich ſchwere Pendel in Bogen von 6 bis 10 Zollen hin und her, und bezeichnete jede Schwingung durch einen Glockenſchlag und durch einen in der Dunkelheit ſehr auffallenden Funken. Die Elektricität erzeugte ſich in ſolcher Menge, daß beym Anſchlagen der Kugel des Pendels an eine der Glocken, das mit dieſer verbundene Strohhalmelektrometer nur um 1 bis 2 Grade zurückſank, und ſich ſogleich wieder auf ſeinen vorigen Stand erhob, wenn die Kugel nach der Berührung mit der Glocke ſich von ihr wieder entfernte. Hob man die in der Mitte angebrachte Ableitung nach dem Boden auf und vereinigte ſo die vier Säulen zu einer einzigen, ſo konnten zwiſchen ihren Endpolen deutliche chemiſche Wirkungen hervorgerufen werden.

Der Herr Prof. Ramis in München, ſo wie die Herren Buzenzeiger in Tübingen, und Klingert in Breslau und mehrere hatten ſogar die trockene Säule mit einem Uhrwerke verbunden, indem vermittelſt zweyer kleinen mit dem Pendel verbundenen Hebel das aus einem Zahn, Kammrad und Getriebe beſtehende Uhrwerk in Bewegung geſetzt wurde, deſſen Zeiger auf einem Zifferblatte Minuten und Stunden anzeigt. An der Säule

Digitized by Google

des Herrn Klingert, welche aus 8000 Platten-Paaren von Gold- und Silberpapier beſtand, wurden außer den gewöhnlichen Erſcheinungen an den meſſingenen Kugeln an denjenigen Stellen, wo das Pendel anſchlug, oxydirte Flecke, ſowohl an der poſitiven als an der negativen Kugel bemerkt, die unter ſich keinen merkbaren Unterſchied zeigten [a]). Auch wollte Herr Klingert bey recht trockenem Wetter, im Finſtern an der Kante des Pendels, während er ſich der poſitiven oder negativen Kugel näherte, ein ausſtrömendes Licht beobachtet haben.

Der Herr Prof. v. Bohnenberger in Tübingen [b]) hatte ebenfalls mit der trockenen Säule verſchiedene und merkwürdige Verſuche angeſtellet. Seine Säule beſtand aus 2000 Doppelſcheiben von zuſammengeleimten unächtem Gold- und Silberpapier von 3 Pariſ. Linien im Durchmeſſer, welche ſich in einer von außen und von innen mit geſchmelztem Siegellack überzogenen Glasröhre befand, und darin durch zwey Korkſtöpſel, durch welche Drähte gingen, geſchloſſen war. Mittelſt dieſer Drähte wurde die Säule auf Träger geleget, welche von den Deckeln zweyer Volta'ſcher Elektrometer hervorragten; mithin war ſie mittelſt der Elektrometer ſelbſt iſolirt. Nachdem er nun die beyden Pole einige Minuten lang durch einen iſolirten Draht mit einander in Verbindung gebracht hatte, während welcher Zeit keine Elektricität bemerkt werden konnte, hob er dieſe Verbindung auf. Die beyden Elektrometer fiengen ſogleich an zu divergiren, und nach Verfluß von 1 Minute blieb das eine, welches poſitive Elektricität zeigte, bey $10\frac{1}{2}°$, das andere bey $9\frac{1}{2}°$ negativer Elektricität ſtehen. Dieſer Unterſchied rührte von der nicht genauen Uebereinſtimmung der Elektrometer her, und es waren folglich die Spannungen an beyden Polen einander gleich. Wurde der eine Pol ableitend

a) Gilbert's Annalen. B. LIII. S. 337. ff.

b) Tübinger Blätter für Naturwiſſenſchaft und Arzneykunde. B. II. St. 1. S. 27. f.

berührt, ſo ſtieg das andere Elektrometer während der Berührung auf das Doppelte. Dadurch ward die an der naſſen Volta'ſchen Säule beobachtete, von einigen aber bezweifelte Erſcheinnng beſtätiget, daß nämlich die beyden Pole der iſolirten Säule gleiche, aber entgegengeſetzte Elektricitäten zeigen, aber nur von der Hälfte derjenigen Spannung, welche man an dem einen Pol beobachtet, während der andere ableitend berühret wird.

Nun wurden mehrere aus demſelben Papiere verfertigte trockene Säulen, wie die vorige, mit den Drähten ihrer ungleichnahmigen Pole an einander gehängt. Als auf dieſe Art 2, 3, 4, 5 ſolcher gleicher Säulen zu Einer mit einander vereiniget waren, und das eine Ende mit der Erde verbunden wurde, zeigte der andere Pol am dritten Elektrometer nach 8, 12, 16, 20°, welche mit 40, 60, 80, 100° der beyden erſtern Elektrometer übereinſtimmen, und folglich der Zahl der Plattenpaare proportional wachſen. Ueberhaupt ſchien die elektriſche Spannung der trockenen Säule von der Größe der Flächen ihrer Platten unabhängig zu ſeyn, indem ſie jederzeit der Anzahl der Plattenpaare proportional war.

Sehr beträchtliche Unterſchiede zeigten ſich aber in den Zeiten, welche trockene Säulen, die aus Platten von verſchiedenen Größen beſtehen, brauchten, um dem Elektrometer die volle Spannung, welche ſie hervorzubringen fähig ſind, mitzutheilen. Die Divergenz des Elektrometers nahm Anfangs geſchwind zu, wuchs aber deſto langſamer, je mehr ſie ſich der größten Divergenz näherte. Noch auffallender wurden dieſe Unterſchiede, wenn man leidner Flaſchen mittelſt dieſer Säulen lud.

Auch zeigte der Herr v. Bohnenberger durch Verſuche, daß die trocknen Säulen einer leidner Flaſche den höchſten Grad der Spannung nur nach und nach mit abnehmender Geſchwindigkeit mittheilen, während dieſes bey den gewöhnlichen Volta'ſchen naſſen Säulen augenblicklich erfolgt. Er erklärte ſich hieraus das gewöhnliche Ausbleiben der chemiſchen Wirkungen bey trocknen Säulen. Denn

in ſolchen Verſuchen werde die Kette immer, wenigſtens zum Theil, mit naſſen oder feuchten Leitern geſchloſſen, und dieſe führten die Elektricität geſchwinder ab, als durch die trockene Säule neue herbeygeführet werde, und entladeten alſo die Säule in kürzerer Zeit, als ſie ſich wieder lade. Durch die Vergrößerung der Anzahl der Schichten werde zwar die Spannung der Säule erhöhet, aber nicht die Geſchwindigkeit der Ladung vergrößert, ſo daß auf dieſem Wege keine chemiſche Wirkungen erhalten werden könnten. Vergrößere man aber die Flächen der Platten, ſo wachſe die Geſchwindigkeit der Ladung.

Chemiſche Wirkungen brachten trockene Säulen nur bey beträchtlicher Größe der Platten hervor. Eine Säule, welche aus 96 gut getrockneten Doppelblättern Gold- und Silberpapier von 36 Quadratzoll Fläche zuſammengeſetzet war, wurde mit den in Glasröhren eingeſchloſſenen Platindrähten eines zur Waſſerzerſetzung beſtimmten Apparats an ihren beyden Polen in Verbund gebracht. Es zeigten ſich ſogleich Gasentwickelungen an den Spitzen der Platindrähte, aber nicht wie bey den naſſen Säulen, ſondern ſo, daß man die aufſteigenden Bläschen zählen konnte. Und dieſe Gasentwickelungen fanden noch nach Verfluß von 8 Tagen ſtatt, als er dieſe Säule von einander nahm, welche keine Spur von Oxydation zeigte.

Als der Verſuch mit einer Säule aus 1800 ſolcher Doppelblätter von 36 Quadratzoll Fläche wiederholt wurde, giengen die Gasentwickelungen in einem Strome fort, ungefähr wie bey einer naſſen Säule aus 60 bis 100 zweyzölligen Doppelſcheiben. Dieſe Säule gab ähnliche Erſchütterungen, wie eine naſſe Säule.

Auch war es dem Herrn v. Bohnenberger daran gelegen, durch Verſuche auszumachen, ob eine völlig trockene Säule möglich ſey, oder ob zu ihrer Wirkſamkeit etwas Feuchtigkeit nothwendig erfordert werde. Wenn der eine Pol einer gewöhnlichen Volta'ſchen Säule aus 60 zweyzölligen Plattenpaaren von Kupfer und Zink mit dazwiſchen gelegten und blos mit Waſſer befeuchteten

Tuchſcheiben mit der Erde verbunden war, ſo zeigte ſie mittelſt des an dem Volta'ſchen Elektrometer angebrachten Condenſators eine Divergenz von 36° bis 40°, theilte der oben erwähnten Leidner Flaſche durch augenblickliche Berührung dieſelbe Spannung mit, und zerſetzte das Waſſer ſehr lebhaft. Nach 3 Tagen war die Gasentwickelung kaum merklich mehr, aber es zeigte ſich noch dieſelbe elektriſche Spannung; die Flaſche wurde erſt nach 2 Minuten auf den vorigen Grad geladen. Nach 10 Tagen war die Säule bey ſehr trockener Witterung für die Gasentwickelung unwirkſam geworden; allein der Condenſator zeigte, wenn man ihn 10 bis 12 Sekunden lang mit ihr in Berührung ließ, noch den vorigen Grad der Spannung, und mehrere Monate lang behielt ſie dieſen unverändert bey. Dieſelbe Spannung zeigte eine Säule von 60 Doppelſcheiben von Gold- und Silberpapier, die 7 Linien im Durchmeſſer hatten.

Eine Säule aus 1000 viereckigten von 3 Quadratzoll Fläche und mit geſirnißten Seidenfäden zuſammengebundenen Doppelblättern aus Gold- und Silberpapier, zeigte beſtändig bey feuchter und trockener Witterung 10° am Volta'ſchen Elektrometer. Sie wurde 8 Tage lang auf einen geheizten Ofen geſetzet, und zeigte auch hier unverändert 10°; aber ſie gebrauchte nun zur vollen Ladung 2 bis 3 Minuten, vorher weniger als 15 Sekunden.

Eine Säule aus 60 Plattenpaaren von gewalztem Breslauer Zink N. 18. und gewalztem Kupfer, 7 Linien im Durchmeſſer, wurde mit dazwiſchen gelegtem feinen trockenen Schreibpapier aufgeſchichtet, und durch geſirnißte Seidenfäden zuſammengehalten. Sie zeigte mittelſt des Condenſators gegen 40°. Nachdem ſie mehrere Stunden lang bey einer Wärme von 80° bis 90° Reaum. ausgetrocknet worden war, zeigte ſie mit dem Condenſator, deſſen Platten wie gewöhnlich mit einer dünnen Schicht von Bernſteinfirniß überzogen waren, unterſucht, keine Spur von Elektricität. Nachdem ſie $\frac{1}{4}$ Stunde lang in einem Zimmer, in welchem das de Luc'ſche Hygrometer

Digitized by Google

33 Grade zeigte, geſtanden hatte, und bis auf 15 Grad abgekühlet war, hatte ſie ihre anfängliche Wirkſamkeit erhalten.

Dieſelbe Säule wurde nach wiederholter eben ſo ſtarker Austrocknung und ſo lange ſie noch heiß war, mit Bernſteinſirniß überzogen, und dies nach jedesmaligem Trocknen ſo oft wiederholt, bis ihre krumme Oberfläche einen dichten harzigten Ueberzug erhalten hatte. Jetzt erholte ſich die Säule bey dem Abkühlen nicht mehr, und blieb für den Condenſator auch alsdann noch unwirkſam, nachdem ſie über Nacht an der freyen und etwas feuchten Luft geſtanden hatte.

Es ſchien daher die Wirkſamkeit dieſer Säulen einem wiewohl geringen Grad von Feuchtigkeit zugeſchrieben werden zu müſſen.

Herr v. Bohnenberger hatte auch durch Verſuche gefunden, daß Erwärmung harzigen Firniſſes unter 80° Reaum. Feuchtigkeit erſetzet. Es wurde nämlich der Condenſator von Säulen mit harzigen Zwiſchenkörpern aufgebauet durch Erwärmung weit geſchwinder geladen, da im Gegentheil Säulen mit von Leinöhl getränktem Papiere und von Wachstafft aufgeſchichtet bey demſelben Wärmegrade beſſer iſolirten, als vor der Erwärmung, und das mit Leinöhl getränkte Papier nach dem Erkalten ſogleich wieder leitend wurde.

Wenn die Säulen in Glasröhren eingeſchloſſen ſind, ſo finden ſich von dieſen Erfahrungen Abweichungen. Ueberhaupt ſind alle Erſcheinungen weit weniger verwikkelt, wenn die Säulen ſich nicht in Glasröhren befinden, und blos durch gefirnißte Seidenfäden zuſammengehalten werden. Der Herr v. Bohnenberger hatte an ſolchen Säulen bey jeder Witterung und zu jeder Tageszeit immer einerley Divergenz des Elektrometers beobachtet. Dagegen erregen in der Glasröhre die Elektricität, welche an den innern Seitenwänden hängen bleibt, und die angezogene Feuchtigkeit Unregelmäßigkeiten. Wärme trocknet die Glasröhre von außen, und macht ſie dadurch

Digitized by Google

beſſer iſoliren, da dann die in ihr eingeſchloſſene Säule ſich ſchneller ladet. Außerdem können die eingeſchloſſenen Papierſcheiben nicht ſo leicht austrocknen, und die Wärme ſcheinet, wenn das zu ſchnelle Austrocknen verhindert wird, die Geſchwindigkeit der Ladung der feuchten Säulen eben ſo zu beſchleunigen, wie man es bey den Säulen mit harzigen Zwiſchenkörpern beobachtet. Auf der andern Seite wird ſowohl die Geſchwindigkeit der Ladung, als auch die größte Spannung der in Glasröhren eingeſchloſſenen Säulen durch die von außen auf ſie wirkende Feuchtigkeit vermindert, indem ſie eine mehr oder weniger vollkommene leitende Verbindung zwiſchen den Polen der Säule herbeyführet. Aus dieſen Unregelmäßigkeiten ſind die beſtändigen Veränderungen in der Anzahl der Schwingungen des Zamboniſchen Pendels begreiflich, und es erhellet, daß dieſe Anzahl von der Wärme und dem verſchiedenen Grade der Trockenheit der Luft zugleich abhangen muß.

Bey der Unterſuchung der Wirkſamkeit dieſer elektriſchen Säulen darf der Umſtand nicht außer Acht gelaſſen werden, daß ſie, wenn ihre Pole eine Zeitlang leitend mit einander verbunden geweſen ſind, eine längere Zeit gebrauchen, um ſich wiederum vollſtändig zu laden, als wenn man blos einen kleinen Condenſator mit ihnen geladen, oder durch eine vorübergehende Berührung das damit verbundene Elektrometer zum Zuſammenfallen gebracht hat. Wahrſcheinlich giebt nach Herrn v. Bohnenberger im letztern Falle nur ein kleiner dem ableitend berührten Pol zunächſt liegender Theil der Säule ſeine Elektricität her, welche ſich in kurzer Zeit wieder herſtellet; im erſten Falle wird die ganze Säule nach und nach entladen. Man erhält daher auch ſtärkere Funken als bey unmittelbarer Berührung einer ſolchen Säule, wenn man einen gut iſolirten Leiter mit ihr ladet, und aus dieſem nach der Entfernung der Säule den Funken zieht. Dieſe Funken ſind bey 2000 Schichten ſchon ſehr merklich, ſcheinen aber nicht im Verhältniß der Anzahl der Schichten an Länge zu wachſen.

Digitized by Google

Der Herr v. **Bohnenberger** hat bey allen ſeinen trockenen Säulen keine Oxydation bemerken können. Sie ſcheint ihm insbeſondere an den Metallplatten nicht ſtatt finden zu können, bey welchen gefirnißtes oder mit gekochtem Leinöhl getränktes Papier und Wachstafft angewendet wurden, weil bekanntlich polirte Metalle durch das Ueberziehen mit Firniß gegen das Anlaufen verwahret werden können. Der ganze Unterſchied zwiſchen den naſſen und trockenen Säulen ſcheint ihm blos in der verſchiedenen Geſchwindigkeit ihrer Ladung zu liegen. Daß dieſe aber nicht in der verſchiedenen Leitungsfähigkeit der Zwiſchenkörper ihren Grund haben könne, ſchließt er daraus, weil das gefirnißte und mit Leinöhl getränkte Papier ſehr gut iſolirt, wenn es nicht über 80° hinaus erhitzt wird. Wahrſcheinlich werden ſich auch mit erwärmten Säulen mit harzigten Zwiſchenkörpern, da ſie ſich ſehr geſchwind laden, durch Vergrößerung ihrer Flächen, die chemiſchen Wirkungen hervorbringen laſſen. Die Oxydation, welche bey den naſſen Säulen Statt findet, ſcheint die Geſchwindigkeit der Ladung und ihre chemiſche Wirkſamkeit auf eine bis jetzt noch nicht befriedigend erklärte Weiſe zu vergrößern.

Auch Herr **Parrot** zu Dorpat *) hat mit trockenen Zamboniſchen Säulen, die er aus Berlin erhalten hatte, mehrere Verſuche zur Aufhellung folgender beyden Hauptpunkte angeſtellet: nämlich 1. welchen Einfluß die Feuchtigkeit auf die elektriſche Wirkung der Zamboniſchen Säule äußere, und 2. welche Menge von Electricität dieſelbe liefere. Zu dieſen Verſuchen hatte er vorzüglich folgende Apparate gebraucht:

1. Vier Säulen von Zinkblättern und unächtem Goldpapier, jede von 500 Paaren von 18''' Par. im Quadrat. Gewöhnlich ſchichtete er zwey derſelben über einander, ſo daß er daraus Eine Säule von 1000 Paaren erhielt.

---

*) Gilbert's Annalen. B. LV. S. 165. ff.

2. Zwey Säulen von unächtem Gold- und Silberpapier, die eine von 806 Paaren, die andere von 720 Paaren, beyderſeits von $17\frac{2}{3}'''$ im Quadrat.

3. Ein graduirtes Goldblattelektrometer, deſſen Bogen an der äußern Seite der Flaſche angebracht in Grade des Kreiſes abgetheilt iſt, deren jeder $0{,}3'''$ Par. lang iſt. Dies Elektrometer hat nur ein Goldblättchen, und an der Stelle des andern befindet ſich ein unbeweglicher Stab von vergoldetem Meſſing. An dieſem Stabe iſt die Platte eines Condenſators vertikal befeſtiget von $1''$ Durchmeſſer, an welche der Deckel, der in einer vertikalen Ebene beweglich iſt, bis auf $\frac{1}{5}'''$, oder $\frac{1}{60}''$ gewöhnlich angeruckt wird, und bis $\frac{1}{10}'''$ auch $1\frac{1}{5}'''$ angerückt werden kann.

4. Ein Seidenhygrometer, welches nach vieljährigem Gebrauche ſeine große Empfindlichkeit beſtätiget hatte. Sein Gang iſt zwiſchen dem des Fiſchbein- und des Haar-Hygrometers.

5. Vier verſchiedene Trocknungs- und Befeuchtungs-Apparate. Der erſte dienet vorzüglich zur Regulirung des Hygrometers, und beſteht aus einem blechernen Kaſten von $16''$ Höhe, $12''$ $10'''$ Breite, und $5''$ $10'''$ Tiefe. Die vordere Wand iſt von Glas, die obere iſt ganz abzunehmen, und wird beym Gebrauche luftdicht verkittet. Sowohl zur Trocknung als zur Befeuchtung dient ein bewegliches blechernes Geſtell von 6 flachen, viereckigen, horizontalen, Behältern, jeder von $8''$ Länge, $3'''$ Breite und $1\frac{1}{2}''$ Höhe, welche in gleichen Entfernungen über einander die ganze Höhe des Kaſtens in 7 gleiche Theile theilen, und an der hintern Wand gehängt werden. Zur Befeuchtung wird jedes dieſer Fächer etwa $3'''$ hoch mit Waſſer, zur Trocknung dagegen mit friſchgeglühetem Kalke, gefüllt. Auf dieſe Art hatte Herr **Parrot** gefunden, daß das erwähnte Fiſchbein-Hygrometer 6° zu wenig auf der Trockenheits-Seite hat.

Der zweyte Apparat war eine Glocke, die er blos zur Befeuchtung brauchte, indem er deren innere Wand mit

naſſen Pappen belegte, und die er dann auf einen Teller mit Waſſer ſtellte.

Der dritte Apparat war eine eigenthümliche Vorrichtung mit derſelben Glocke. Sie ſtand dann auf einem blechernen Teller, in deren Mitte ein Reif aufgeſetzet iſt, um die Säulen darauf zu ſtellen, ſo daß ſie das Waſſer auf dem Teller nicht berührten. Dieſer Teller ruhete auf drey Füßen, ſo daß man das in demſelben eingegoſſene Waſſer mit der Weingeiſtlampe erwärmen konnte. Dies geſchah bis zur Temperatur von etwa 50°, worauf die Lampe weggenommen, die Säulen aufgeſtellt, und alsdann die Glocke darüber geſtürzt wurde. Augenblicklich war die geſperrte Luft mit Waſſerdampf geſättiget, und nach einigen Minuten die innere Fläche der Glocke mit niedergeſchlagenen Tropfen bedeckt. So blieb der Apparat, ſo lange er es für nöthig hielt, und er erneuerte die obige Operation gewöhnlich des Tages zweymal, da die Säule nach und nach die Wände der Glocke austrocknete. Er ſah die Säule als mit Feuchtigkeit geſättiget an, wenn die Wände der Glocke ihr ganzes Waſſer behielten.

Der vierte Apparat war ein irregulärer Glaskaſten, wie man ſie als Deckel zu großen Tiſchuhren hat. Deſſen Inhalt beträgt 1440 Cubikzoll. Er belegte blos deſſen Blechboden mit naſſem Löſchpapier; dieſe benäßte Fläche beträgt 80 Quadratzoll.

Die erſten Verſuche, welche Herr Parrot mit den 4 erwähnten Zamboniſchen Säulen anſtellte, betrafen, wie oben angeführet iſt, die Unterſuchung, ob bey den trockenen Säulen Feuchtigkeit zur elektriſchen Wirkung nothwendig ſey. Seine Verſuche ergaben, wie die des Herrn v. Bohnenberger, daß die ſogenannte trockene Säule nicht ohne Feuchtigkeit wirkt, und bey etwa 20° ſeines Seidehygrometers alle elektriſche Kraft verlieret; daß folglich die Zamboniſche Säule keine trockene Säule ſey, ſondern vielmehr die Gegenwart der Feuchtigkeit als eine nothwendige Bedingung ihrer elektriſchen Thätigkeit verlangt.

Was die zweyte Unterſuchung betrifft, welche dahin abzweckte, die Menge der Elektricität zu beſtimmen, welche die Zamboniſche Säule liefere, ſo dienten ihm hiezu vorzüglich die Ladungen der Verſtärkungsflaſche mit Hülfe der gewöhnlichen naſſen Volta'ſchen und der Zamboniſchen Säulen. Seine Verſuche ergaben folgende Reſultate:

1. Die Elektricität erzeugt ſich in der Zamboniſchen Säule viel langſamer und in einer wenigſtens 1648mal kleinern Menge, als in der Volta'ſchen Säule, welche mit Salmiakwaſſer geladen iſt.

2. Der elektriſche Zuſtand der Zamboniſchen Säule, auch wenn dieſe in Glas eingeſchloſſen iſt, iſt bedeutenden Veränderungen unterworfen.

Eine der größten Zamboniſchen Säulen brachte nach manchen dabey vorgefundenen Schwierigkeiten der Herr Kammer-Sekretär Bechſtein zu Altenburg *) zu Stande. Dieſe Säule beſteht aus 20,000 Scheiben Gold- und Silberpapier, jede Scheibe von 16 Quadratzoll Oberfläche. Die Fig. 21 giebt davon einen Abriß. A und B ſind die beyden 30 Zoll hohen Säulen, jede von 10,000 Scheiben; aa zwey Kugeln von Meſſing von 4½ Zoll Durchmeſſer; und bb zwey Glocken, welche ſich einander nähern oder von einander entfernen laſſen, vermittelſt der Drähte cc, die in Hülſen gehen, welche ſich in den Kugeln befinden.

Die an den Kugeln ſich befindlichen Meſſingſtäbe, welche auf den oberſten beyden Platten der Säulen ruhen, gehen durch die beyden Glasröhren dd, welche in die meſſingenen Hülſen ee eingekittet ſind, und können vermöge der Schrauben ff feſtgeſchraubet werden. Sie endigen ſich mit vier Füßen, die federn, damit ihr Druck auf die obern Platten gleich und ſanft ſey. Genau auf einander geſchliffene, 6 Zoll breite Glastafeln, wie gg, umgeben die Säulen, und werden von den meſſingenen Geſimſen hhhh feſt gehalten; inwendig ſind dieſe Glas-

*) Gilbert's Annalen. B. LVIII. S. 342. f.

tafeln mit Bernſteinlack überzogen. Da das Glas blau iſt, und man die innern Säulen nicht ſehen kann, ſo ſind, um die Pole nicht zu verwechſeln, die zwey vordern Flächen mit — E und + E bezeichnet. Die Verbindung der beyden Säulen bewirkt die Kupferplatte Fig. 22, welche in der Mitte einen $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten Steg hat und bey aa zweymal gekröpft iſt. Dieſer Steg iſt in das Brett i eingelaſſen, worauf die Säulen ſtehen, und oben wieder mit einem ſchmalen Brettchen belegt, damit man von außen nichts von der Verbindung ſiehet. Die untern Platten, ſo wie der Steg, ruhen auf 3 Linien dickem Glaſe, wodurch alſo die Säulen völlig iſolirt ſind.

Der zwiſchen den beyden Säulen auf einer Schneide ruhende Pendel K iſt 22 Zoll lang, wiegt $7\frac{1}{2}$ Loth, und das Gegengewicht beſteht in einem bronzenen Kopf, welcher auf und nieder geſchoben werden kann. Dieſer Pendel wird nicht nur durch die Glasſäule l, ſondern auch noch durch das Glasſtäbchen m, woran der Hammer n gekittet iſt, iſolirt. Der Pendel ſchlägt 60 Mal in einer Minute an die Glocken, die einen Zoll weit von dem Hammer entfernet ſind. Beym jedesmaligen Anſchlagen des Hammers ſah man im Finſtern ſehr deutlich einen Funken, von der Größe einer kleinen Stecknadelkuppe. Ein Goldſtreif, der an einem Draht hängt, welcher mit dem einen Pole der Säule verbunden war, ward in einer Minute von $\frac{1}{2}$ Elle von dem andern Pole angezogen. Das Goldblatt-Elektrometer, welches nach Parrot's Angabe nur Ein Goldblättchen hat, ſchlug in einer Minute etliche 20 Mal an. So groß auch die Aeußerungen der elektriſchen Kraft dieſer Säule waren, ſo gelang es doch nicht, nur eine Spur von Waſſerzerſetzung hervorzubringen.

Einige Verſchiedenheiten in Anſehung des Anſchlagens des Hammers an den Glocken, bald ſtärker, bald ſchwächer, fand Herr **Bechſtein** bey dieſer Säule, welche ſonſt eine unveränderte Wirkung zeigte, beſonders bey heitern und trüben Tagen. Gewöhnlich war ſie gegen Abend von 5 bis 7 Uhr am wirkſamſten.

Digitized by Google

Da es dem Herrn Zamboni *) vorzüglich darum zu thun war, ſeiner Säule die möglichſt ſtärkſte elektriſche Wirkung zu geben, und ſie darin zu erhalten, ſo hatte er endlich folgende von den bereits oben angeführten beyden Arten zu dieſem Zwecke am vortheilhafteſten gefunden: die Rückſeite des Silberpapiers wird mit einer mäßig ſtarken Auflöſung von ſchwefelſaurem Zink im Waſſer genäßt, und alsdann, wenn durch Trocknen alle andere Feuchtigkeit, als die dem Papier von Natur eigene, entfernet worden, über das auf dem Papier ſitzende Salz gepulvertes und gut getrocknetes ſchwarzes Manganoxyd übergerieben, und dann ſchnell die Scheibenpaare gebildet. Dies letzte ſcheint zum guten Gelingen nothwendig zu ſeyn, damit man es vor dem gänzlichen Austrocknen des Papiers thue. Das Papier aber muß möglichſt fein und einſaugend ſeyn, und iſt es dieſes nicht, ſo muß man der ſchwefelſauren Zinkauflöſung Alkohol zuſetzen.

Ein Salz bey ſeiner Säule zu brauchen, dazu hatte ihn die Analogie derſelben mit der Volta'ſchen Säule beſtimmt, deren Kraft durch das Leitungsvermögen der Salzauflöſungen ſo ſehr erhöhet wird, und er wählte ſchwefelſauren Zink, weil er ſich in der Berührung mit der Metallfläche nicht zerſetzen könne. Bey der Fortſetzung ſeiner Verſuche fand er aber, daß in ſeiner Säule die Vermehrung der elektriſchen Kraft durch dieſes Salz auf andern Gründen beruhe.

Zuerſt bemerket er, daß die Volta'ſche Säule dreyerley Wirkungen äußere, nämlich phyſikaliſche, chemiſche und phyſiologiſche. Die beyden letztern werden in dieſer Säule nach und nach ſchwächer und hören gänzlich auf, nachdem die Pappe zwiſchen den einzelnen Plattenpaaren allmählig austrocknet, mit welcher Flüſſigkeit ſie auch getränket ſey. Bey der phyſikaliſchen Wirkung müſſe man die Geſchwindigkeit in dieſer Wirkung von der Größe derſelben unterſcheiden. Die Geſchwindigkeit ver-

*) Gilbert's Annalen. B. LX. S. 151. ff.

mindere ſich beym Austrocknen ebenfalls immer mehr, je mehr die Pappe austrockne. Dies ſey aber nicht der Fall mit der Größe der Spannung. Denn wenn die Pappenſcheiben mit einer Auflöſung eines alkaliſchen Salzes genäßt ſeyn, ſo müſſe ſich ſehr bald nach dem Aufbau der Säule die Größe der elektriſchen Spannung kleiner finden, als ſie im erſten Augenblicke wäre, weil ſich die alkaliſchen Salze in jeder Pappenſcheibe der Säule ſogleich zu zerſetzen anfiengen. Ihre Säure ſammle ſich an der poſitiven Metallfläche, dem Zink, und ihr Alkali an der negativen Metallfläche, dem Kupfer, und nun trete die Säure dem Metalle etwas von ihrer Elektricität ab, das Alkali aber entziehe dem Metalle etwas von der ſeinigen, daher bilde ſich eine Säule zweyter Art, in welcher die Elektricität nach entgegengeſetzter Richtung, als in der elektriſchen Säule erſter Art (d. h. der aus Kupfer und Zink beſtehenden) ſtröme. Und da die beyden Ströme einander entgegengeſetzt wirkten, ſo bleibe blos der Ueberſchuß des größern über den kleinern zurück, d. h. der Säule erſterer, über dem der Säule zweyter Art. Daher müſſe in dieſem Falle die elektriſche Spannung beym Austrocknen der Pappen geringer werden, ſowohl an Geſchwindigkeit, als auch an Größe. Wenn aber die Flüſſigkeit, mit welcher die Pappenſcheiben getränkt ſind, von der Art wäre, daß ſie durch ihre Berührung mit den Metallflächen eine Säule zweyter Art bilde, in welcher der elektriſche Strom einerley Richtung, als in der Säule erſter Art habe, ſo werde zwar das Austrocknen der Pappenſcheiben die elektriſche Strömung in beyden Säulen verzögern, und folglich die elektriſche Spannung mit minderer Geſchwindigkeit erfolgen, die Größe derſelben aber werde vermehrt erſcheinen, weil dann noch eine übereinſtimmend wirkende Säule hinzugekommen ſey, die früher nicht vorhanden geweſen.

Dieſe Vermehrung in der Größe der elektriſchen Spannung habe er in der Volta'ſchen Säule, deren Pappenſcheiben mit ſehr verdünnter Schwefelſäure getränkt gewe-

Digitized by Google

ſen wären, beym Austrocknen derſelben immer entſtehen ſehen. Hier würden nun bekannter Maaßen die chemiſchen und phyſiologiſchen Wirkungen kräftig hervorgerufen, und die kleinen Pendel eines Elektrometers, das an den einen Pol gebracht werde, ſchnell von einander getrieben, ſo daß man dadurch die elektriſche Spannung der Säule genau meſſen könne. Wenn aber nach zwey oder drey Tagen die Feuchtigkeit größtentheils verdunſtet ſey, ſo ſeyen auch alle chemiſche und phyſiologiſche Wirkungen in der Säule verſchwunden. Berühre man jedoch wie vorhin ihren obern Pol mit dem Knopf des Elektrometers, ſo gehen die kleinen Pendel deſſelben immer noch aus einander, zwar um vieles langſamer, als vorher, jetzt aber bis zu einem Abſtande von einander, der größer ſey, als der vorige. Ein Beweis, daß in dieſem Falle beym Austrocknen die elektriſche Spannung an Geſchwindigkeit verloren, an Größe aber gewonnen habe.

Es ſey eine wichtige Frage, von welcher Beſchaffenheit die Säule zweyter Art ſeyn müſſe, damit dieſe neue Quelle von Elektricität in gleicher Richtung mit der Elektricität der Säule erſter Art ſtröme? Die Schwefelſäure bilde mit jedem der beyden Metalle, mit welchen in der Volta'ſchen Säule jede Pappenſcheibe an ihren entgegengeſetzten Seiten in Berührung ſey, ein metalliſches Salz; nämlich am Zink ſchwefelſauren Zink, und am Kupfer ſchwefelſaures Kupfer. Dieſe beyden Salze ſeyen auch wirkliche Elektromotoren, aber auf eine ſehr verſchiedene Art; denn der ſchwefelſaure Zink ziehe Elektricität vom Zink an ſich, das ſchwefelſaure Kupfer hingegen gebe Elektricität an das Kupfer ab. Die ſich bildende Säule zweyter Art treffe alſo in der Richtung ihres elektriſchen Stroms in dieſem Falle glücklicher Weiſe mit der Säule erſter Art (der Zink-Kupferſäule) zuſammen.

Daß übrigens die Vermehrung der elektriſchen Spannung von den genannten Salzen herrühre, die als Elektromotoren mit den Metallen wirkten, beweiſet er noch durch folgende Verſuche:

Digitized by Google

1. Um zu ſehen, ob die Säule zweyter Art eine eigenthümliche, und von der Säule erſter Art unabhängige elektriſche Spannung beſitze, ſetzte er eine Volta'ſche Säule aus 10 Plattenpaaren Zink und Kupfer und Pappenſcheiben zuſammen, die mit ſehr verdünnter Schwefelſäure getränkt waren; trennte in ihr aber die Zinkplatten von den Kupferplatten durch einfaches getrocknetes Papier, das er zwiſchen dieſelben legte. Auf dieſe Art unterdrückte er gänzlich das elektromotoriſche Vermögen der Metallplatten unter ſich, und vernichtete alſo die Säule erſter Art. Die Spannung der ſo eingerichteten Säule war gleich nach ihrer Erbauung dem Anſchein nach faſt Null, indem ſie in dem Goldblättchen eines ſehr empfindlichen, mit dem beſten Condenſator verſehenen Bennet'ſchen Elektrometers kaum ein Zeichen von Abſtoßung gab. Einen Tag darauf aber, als die Pappenſcheiben trocken geworden waren, fand ſich die elektriſche Spannung ſo außerordentlich erhöht, daß, als er etwa $\frac{1}{3}$ Minute lang die Sammelplatte des Condenſators mit dem obern Ende der Säule in Berührung gelaſſen hatte, die Goldblättchen nach Aufhebung derſelben bis zur Weite eines halben Zolles aus einander giengen. Es wirkte aber hier das zwiſchen beyde Metallplatten gelegte Papier ſeiner Natur gemäß nur als bloßer Leiter, und doch kam die Spannung dieſer Säule ihrer Richtung nach mit der überein, welche die Zink-Kupferſäule gehabt haben würde, wenn die Papiere nicht zwiſchen den Metallplatten gelegen hätten. Bey genauem Unterſuchen der Metallflächen, welche mit der Schwefelſäure in Berührung geweſen waren, zeigten ſich deutlich jene beyden Salze gebildet, auf dem Zink der ſchwefelſaure Zink, und auf dem Kupfer das ſchwefelſaure Kupfer.

2. Nun ſetzte er eine ſogenannte trockene Säule von 5 Plattenpaaren zuſammen, und zwar aus Zinkblättchen, die auf beyden Seiten vollkommen polirt waren, und aus Papier, auf deſſen einer Seite gepulverter Braunſtein eingerieben worden war. Sie erregte eine elektriſche Spannung, welche die Goldblättchen eines mit dem Con-

denſator bewaffneten Elektrometers um $\frac{2}{3}$ Zoll aus einander trieb. Darauf befeuchtete er die eine Oberfläche der Zinkblättchen mit verdünnter Schwefelſäure, und nachdem dieſe ſie in ſchwefelſauren Zink verwandelt hatte, der auf dem Metall feſt ſaß, und dieſes Salz trocken geworden war, ſetzte er wieder eine trockene Säule von fünf Plattenpaaren aus ihnen und aus ſchwarzem Braunſtein zuſammen, den er entweder, wie zuvor, auf Papier, oder unmittelbar auf die angegriffene Zinkfläche eingerieben hatte. Er erhielt auf dieſe Weiſe eine elektriſche Spannung, welche faſt doppelt ſo groß, als zuvor, war.

Hierdurch iſt nach Herrn Zamboni hinreichend bewieſen, daß ſich durch die trocken gewordenen ſchwefelſauren Salze eine Säule zweyter Art bildet, welche ſich mit der Säule erſter Art dahin vereiniget, daß die Größe der elektriſchen Spannung dadurch vermehret wird; einer Wirkungsart, die ſeiner Säule eigenthümlich ſey. Wenn man daher in ſeiner zuerſt erfundenen Säule aus bloßem ſogenannten Gold- und Silber-Papier, auf die in Verſ. 1. beſchriebene Weiſe noch ſchwefelſauren Zink dem ſogenannten Silberpapier, und ſchwefelſaures Kupfer dem ſogenannten Goldpapier hinzufüge, ſo müſſe man eine Säule erhalten, deren Spannung nicht viel geringer ſey, als die einer aus einfachem Silberpapier und aus Manganoxyd gebaueten Säule. Noch beſſer werde man aber die letztgenannte Säule zum höchſten Grad der elektriſchen Spannung bringen, wenn man nach Verſ. 2. das Silberpapier hinlänglich mit ſchwefelſaurem Zink auf die vorhin angeführte Weiſe ſchwängere.

Durch das Hinzufügen der ſchwefelſauren Salze werde nichts anders bewirkt, als daß eine Säule zweyter Art hinzukomme, welche ſogleich durch die chemiſchen Produkte der Volta'ſchen Säule gebildet werde. Und da die chemiſchen und phyſiologiſchen Wirkungen dieſer letzten gänzlich verſchwänden, wenn beym Austrocknen der Flüſſigkeiten die Oberflächen der Metallplatten ſich in Salze verwandelten, die rein elektriſche Wirkung aber, welche ſei-

Digitized by Google

ner Säule eigenthümlich ſey, von dieſen Salzen neue Stärke und Kraft erhalte; ſo erſehe man, daß die Volta'ſche Säule auf dieſe Art gleichſam die ſeinige vorbereite, und daß dieſe dann den höchſten Grad ihrer Kraft erreiche, wenn jene die ihrige verloren habe.

Durch fortgeſetzte Unterſuchungen über dieſe Säulen zweyter Art kam Herr Zamboni auf die Entdeckung einer neuen Säule, welche ſo zu ſagen aus bloßem Silberpapier beſteht, und ſo viel er wiſſe, noch von niemand anderm beſchrieben ſey. Schon vor zwey Jahren habe er dieſe Säule bekannt gemacht in einem Briefe an ſeinen Freund den Herrn Canonicus Angelo Bellani zu Monza; aber nur erſt ſeit einem Monate ſey es ihm gelungen, die Elemente zu entdecken, auf welchen ſie beruhe.

Statt daß die bekannten Säulen aus drey Elementen (zwey Elektromotoren und einem feuchten Leiter) beſtehen, hat dieſe neue Säule nur zwey Elemente, nämlich einen trockenen und einen feuchten Körper; letzterm kommen zu gleicher Zeit der einen Seite die Verrichtung eines trokkenen Körpers und auf der entgegengeſetzten Seite die eines bloßen Leiters zu. Er kam auf dieſe ſogenannte Zwey-elementige Säule durch die Bemerkung, daß man kräftigere Säulen als die aus Silberpapier und Manganoxyde erhält, wenn man, ſtatt des Silberpapiers, Zinnblättchen oder auch Zinkblättchen und mit Manganoxyd beſtreuetes und geriebenes Papier nimmt, in welchen Säulen alſo die Metallblättchen nicht auf dem Papiere aufgeleimet ſind. Da er von der elektromotoriſchen Kraft überzeuget war, welche trockene und feuchte Leiter in ihrer Berührung äußern können, ſo wollte er verſuchen, ob nicht Metallblättchen (als trockener Leiter), und Papier, (als feuchter Leiter), ohne Beyhülfe eines andern Elektromotors oder Leiters, eine mit der Anzahl der Plattenpaare ſteigende elektriſche Spannung hervorzubringen im Stande wären. Er ſetzte daher eine Säule aus 20 kleinen Vierecken von bloßem Silberpapier zuſammen, ſo daß die Metallflächen alle nach unten gekehret waren, und

berührte das obere Ende der Säule, mithin das des unbelegten Papiers, mit der Sammlungsplatte eines guten Condenſators, während das untere Ende der Säule mit dem Fußboden verbunden war. Nach etwa $\frac{1}{3}$ Minute zeigte ſich am Elektrometer eine Spannung von ungefähr $\frac{1}{3}$ Zoll. Da er den obern Pol der Säule, wo die unbelegte Papierfläche lag, poſitiv, den untern aber negativ fand, und die elektriſche Spannung zunehmen ſah, je mehr er Paare hinzuſetzte, ſo zeigte dies offenbar, daß die Metallblättchen mit dem Papier, auf welches ſie aufgeleimt ſind, für ſich allein und ohne alle andere Elektromotoren oder Leiter eine wirkliche elektriſche Säule bilden, die mit der Säule erſter Art in der Richtung ihres elektriſchen Stroms übereinkommt.

Dieſe von Herrn Zamboni entdeckte zweyelementige Säule war ihm anfänglich ſehr räthſelhaft. Eine ſolche Säule, welche am Morgen ſehr kräftig wirkte, ſah er auf einmal am Abend unkräftig werden; 50 Platten von dem einen Silberpapier gaben an einem Tage nicht den Grad von elektriſcher Spannung, den in demſelben Augenblick 10 Platten eines andern Papiers erzeugten; feuchte oder trockne Luft ſchienen die eine Säule zu beleben, eine andere zu tödten. Er ſah ſelbſt in einigen die elektriſche Polarität ſich umkehren, und während geſtern ſich der negative Pol auf der Metallfläche und der poſitive auf der Rückſeite der Silberpapierplatten gezeiget hatte, war heute die Metallſeite poſitiv und die Papierſeite negativ; ja er hatte ſelbſt zwey zu derſelben Zeit, aber von verſchiedenem Silberpapier gebaute Säulen gehabt, deren Polarität entgegengeſetzt war.

Da ſich in dieſen großen Verſchiedenheiten die Feuchtigkeit der Atmoſphäre, ſo wie die Feuchtigkeit des Papiers ſelbſt auf alle Art thätig zeigte, ſo war es ihm darum zu thun, ein Säule zu bauen, deren Feuchtigkeit auf eine mehr beſtändige Weiſe wirkte. Daher beſtrich er das Silberpapier mit Honig, und als es von demſelben durchaus durchdrungen war, errichtete er daraus eine

Digitized by Google

Säule, wie zuvor. Dieſe hatte eine ziemliche Geſchwindigkeit in der elektriſchen Spannung, ſtand aber in der Größe derſelben der vorigen weit nach, denn es war nun um denſelben Grad der elektriſchen Spannung zu erhalten, eine vier- bis fünfmal größere Anzahl von Plattenpaaren nöthig. Dabey zeigte ſich der Honig poſitiv, und die Metallfläche negativ, ohne daß dieſe Polarität ſich je umkehrete. Den folgenden Tag fand er dieſe Säule in der elektriſchen Spannung geſchwächt und nahe zu verlöſchen. Für dieſe Erſcheinung konnte er keine andere Urſache auffinden, als die Feuchtigkeit des Honigs ſelbſt. Da die Platten genau an einander lagen, hob er ſie einzeln etwas von einander ab, und lüftete ſie, dadurch erhielt die Säule ihre vorige Wirkſamkeit wieder. Dies Lüften der Platten bewirkte nach Herrn Zamboni nichts anders, als daß es die Anzahl der Berührungspunkte der einen Metallfläche mit dem feuchten Körper verminderte, und die elektriſche Spannung, welche bey gleicher Berührung des Metalls von beyden Seiten her mit der Feuchtigkeit verſchwand, dadurch wieder herſtellte, daß es die Gleichheit der Berührung, und alſo auch die Gleichheit der entgegengeſetzten elektromotoriſchen Kräfte vernichtete. Daß dies die richtige Anſicht ſey, darin wurde er auch dadurch beſtätiget, daß eine Säule aus Silberpapier, deſſen Rückſeiten er auf einander geleimet hatte, ſelbſt nachdem ſie trocken geworden war, nicht das geringſte Zeichen von Elektricität gab. Bey dem Fall aber, wo die Berührungspunkte des feuchten Körpers auf einer Seite vermindert wurden, gewann dadurch der elektriſche Strom wieder Kraft und bewegte ſich von der Metallfläche, welche die größere Menge Berührungspunkte mit der Feuchtigkeit hatte, nach der entgegengeſetzten Metallfläche, welche die Feuchtigkeit in einer geringern Anzahl von Punkten berührte. Wo alſo die Berührung mit dem feuchten Körper an den beyden Flächen des Metalls verſchieden ſey, da werden ſich die beyden elektromotoriſchen Kräfte nicht gänzlich vernichten; denn ſeyen

gleich auch hier die beyden elektriſchen Ströme einander entgegengeſetzt, ſo ſeyen ſie doch nicht von gleicher Stärke, vielmehr herrſche der elektriſche Strom vor, den die mit mehreren feuchten Berührungspunkten verſehene Metallfläche errege. Man könne daher ſagen, daß bey dem Conflict dieſer beyden einander entgegengeſetzten und ungleichen elektriſchen Ströme, der ſchwächere gänzlich überwunden werde, von dem ſtärkern aber, der von der mehr berührten Fläche zu der weniger berührten hinſtröme, ein Ueberſchuß bleibe. Da nun das elektromotoriſche Vermögen des feuchten Körpers auf die Oberfläche, die von ihm in den wenigſten Punkten berühret ſey, wenigſtens in Hinſicht der Wirkung, nicht mehr exiſtire, ſo bleibe jenem feuchten Körper nichts anders übrig, als den Ueberſchuß von Elektricität auf das nächſtfolgende Plattenpaar überzutragen, und da derſelbe Hergang ſich bey jedem einzelnen Paar wiederhole, ſo nehme die elektriſche Spannung ſtufenweiſe zu.

Hieraus erhelle, daß der feuchte Körper in einem ſolchen Falle eine doppelte Verrichtung beſitze; auf der einen Fläche ſey er Elektromotor, auf der andern ein einfacher Leiter. Die Feuchtigkeit des Honigs in der vorigen Säule hänge ſich, nachdem ſie das Papier durchdrungen habe, an die innere Fläche des Metallblättchens, berühre dieſelbe hier in einer größern Anzahl von Punkten, und wirke daher als Elektromotor, indem ſie die Elektricität aus dem Metall an ſich ziehe, indeß die Feuchtigkeit der äuſſern Oberfläche des unbelegten Papiers, die Metallfläche der über ihm liegenden Platte in einer geringern Anzahl von Punkten berühre, und mithin blos die Verrichtung eines einfachen Leiters verſehe, und die Elektricität in dieſe Fläche übertrage. Indem nun der elektriſche Strom aus dem Metallblättchen jedes Paares in die Feuchtigkeit des Honigs gehe, der an dem Metallblättchen feſt hange, werde der Honig poſitiv, das Metall negativ. In den Säulen dagegen, die blos aus einfachem Silberpapiere zuſammengeſetzt ſeyen, könne die

Feuchtigkeit in der Rückſeite des Papiers, ſey es durch hygrometriſche Einwirkung der Luft oder durch eine eigenthümliche Beſchaffenheit des Papiers, größer ſeyn als die, welche ſich an der innern Fläche des Metallblättchens angehängt habe, und dann müſſe ſich der elektriſche Strom in einer der vorigen entgegengeſetzten Richtung bewegen, und von der Metallfläche der einen Platte zu der Rückſeite der darunter liegenden gehen, bey welcher Umkehrung des elektriſchen Stroms die Metallfläche poſitiv und die Rückſeite des Papiers negativ werde. Mit einem Worte: Alles hange von der Wirkung der Feuchtigkeit ab, ob dieſe gleichmäßig, oder nicht die beyden entgegengeſetzten Metallflächen und welche von beyden ſie in den mehreſten Punkten berühre.

Um ſich von der Wahrheit des Geſagten noch mehr zu überzeugen, verſuchte Herr Zamboni ſeine zwey-elementige Säule blos mit Metall und Waſſer zu Stande zu bringen, und zwar in einem Apparat, der dem Volta'ſchen Becherapparat ähnlich iſt. Er ſchnitt in dieſer Abſicht aus Stanniol, der auf beyden Seiten auf das glätteſte polirt war, Vierecke von ½ Zoll Seite, die jedes in einen höchſt feinen, 2 bis 3 Zoll langen Schwanz ausliefen. Auf eine iſolirte Fläche wurden in einem Kreiſe 30 kleine runde Uhrgläſer geſtellt und alle bis zu einer gewiſſen Höhe mit deſtillirtem Waſſer gefüllt. Darauf legte er in das erſte Uhrglas einen dieſer Stanniolſtreifen ſo hinein, daß das Viereck ſich ganz darin befand, der Schwanz aber über den Rand dieſes und des nächſtfolgenden Glaſes herüberhieng, und mit ſeiner feinen Spitze das Waſſer des zweyten Glaſes berührte. In dieſem lag auf dieſelbe Art das zweyte viereckte Blättchen, deſſen Schwanz eben ſo in das dritte Glas hinüber reichte; und ſo gieng es fort bis zum dreyßigſten Glaſe. Es war daher das Waſſer jedes Glaſes mit zwey ungleich großen und verſchieden geſtalteten Stückchen deſſelben Metalls in Berührung, nämlich an der einen Seite mit beyden Flächen eines viereckten Stanniolblättchens und an der andern

mit der Spiķe des Schwanzes des nächſt vorhergehenden Blättchens. Er ſeķte darauf einen zweyten Apparat ganz auf ähnliche Weiſe aus 30 Gläſern mit Stanniolblättchen und deſtillirtem Waſſer, nur mit dem einzigen Unterſchied zuſammen, daß die Form der Stanniolblättchen und ihre Berührung mit dem Waſſer eine andere war; ſie bildeten nämlich länglichte Vierecke, und jedes derſelben ſtand gleichſam reitend auf den Rändern zweyer neben einander ſtehender Gläſer, und tauchte mit ſeinen beyden äußerſten Seiten gleich tief in das Waſſer der beyden Gläſer ein, ſo daß in jedem Glaſe das Waſſer auf beyden Seiten mit zwey gleichen Metallflächen in Berührung ſtand. Nachdem nun alles ſo vorbereitet war, unterſuchte er mit einem ſehr empfindlichen Bennet'ſchen Elektrometer, das mit einem guten Condenſator verſehen war, beyde Apparate. Als er in dem erſtern, in welchem das Waſſer mit ungleich großen Metallflächen in Berührung war, die Sammelplatte des Condenſators $\frac{1}{3}$ Minute lang mit dem Waſſer des erſten Glaſes in Berührung erhalten hatte, während das Waſſer des letzten Glaſes mit dem Boden verbunden geweſen war, zeigte ſich am Elektrometer eine poſitive elektriſche Spannung; indeß, wenn das Waſſer des letzten Glaſes mit dem Condenſator und das des erſten Glaſes mit dem Boden verbunden wurde, ſich eine negative Spannung äußerte. An dem zweyten Apparate dagegen, in welchem das Waſſer jedes Glaſes mit zwey gleich großen Theilen der Metallblättchen in Berührung war, vermochte er bey wiederholten, mit der größten Genauigkeit angeſtellten Verſuchen, nie auch nur das geringſte Zeichen von Elektricität zu entdecken.

Durch das paarweiſe Zuſammenfügen des ſchwarzen Manganoxyds mit Waſſer oder mit ſchwefelſaurem Zink konnte Zamboni keine zwey-elementige Säule erhalten. Brachte er aber den ſchwefelſauren Zink mit Zinn oder Zink zuſammen, ſo verhielt ſich die Sache anders. Als er eine Auflöſung von ſchwefelſaurem Zink in Waſſer auf die Rückſeite des Silberpapiers bis zur gänzlichen Durch-

Digitized by Google

bringung deſſelben aufgetragen hatte, in ſolcher Menge, daß nach dem Verdampfen des Waſſers eine ſichtbare Salzlage auf der Rückſeite des Silberpapiers zurückblieb, und nun aus dem ſo zubereiteten Silberpapier eine Säule von 20 Vierecken, ohne irgend einen andern Leiter oder Elektromotor aufbauete; ſo fand ſich die elektriſche Spannung dieſer Säule faſt doppelt ſo groß, als die einer Säule von 20 Vierecken deſſelben Silberpapiers ohne ſchwefelſauren Zink. Hier äußerte es ſich alſo ſehr deutlich, daß die innere Fläche des Metallblättchens mit den durch das Papier hindurchgedrungenen Salztheilchen in einer viel größern Anzahl von Punkten ſich berührte, als die äußere Fläche des Metallblättchens mit den an der Rückſeite des Silberpapiers haftenden Salztheilchen.

Dieſelbe Zunahme an elektriſcher Spannung hatte er auch beobachtet, wenn ſchwefelſaures Kupfer mit den Metallblättchen des Goldpapiers verbunden wurde; jedoch mit dem Unterſchiede, daß das ſchwefelſaure Kupfer negativ elektriſch, das Metallblättchen poſitiv elektriſch ſich zeigte. Dieſe Polarität kehrt ſich niemals um, welches auch immer der hygrometriſche Zuſtand der Luft ſeyn mochte, wie das bey der aus Silberpapier und ſchwefelſaurem Zink beſtehenden Säule der Fall war. In dieſer letzten Säule zeigte ſich das Salz, nachdem es trocken geworden war, poſitiv, das Metallblättchen negativ, welche Polarität ſich auch bey den Arten von Silberpapier äußerte, die ohne das ſchwefelſaure Zink ihr Metallblättchen poſitiv und ihre Rückſeite negativ zeigten; effloreſcirte aber das Salz oder kam eine ſtarke Feuchtigkeit dazu, ſo ſah er allemal den ſchwefelſauren Zink negativ und das Metallblättchen poſitiv werden. Man ſehe alſo, warum jede der zwey in ſeiner erſten aus Gold- und Silberpapier zuſammengeſetzten Säule enthaltenen zwey-elementigen Säulen an Kraft gewinnen mußte, als er das Silberpapier mit ſchwefelſaurem Zink, das Goldpapier mit ſchwefelſaurem Kupfer verband.

Von den trockenen Säulen, welche aus Silberpapier zuſammengeſetzet werden, deſſen Rückſeite man mit ſchwarzem Manganoxyd beſtreuet hat, glaubt daher Herr Zamboni folgendes mit Sicherheit behaupten zu dürfen:

1. Es läßt ſich aus bloßem Silberpapier, ohne daß irgend ein anderer Elektromotor als Leiter hinzukommt, eine wahre elektriſche Säule zuſammenſetzen.

2. In ihrer Polarität kann dieſe zwey-elementige Säule mit der Säule der erſten Art oder der drey-elementigen Säule aus ſchwarzem Manganoxyd und Silberpapier übereinſtimmen; und zwar iſt dieſes alsdann der Fall, wenn das Metallblättchen negativ, die Rückſeite poſitiv elektriſch iſt.

3. Aus welcher Art von Silberpapier auch dieſe Säule beſtehe, immer gewinnt ſie ſehr an Kraft, und ſtimmt mit der Säule erſter Art in der Polarität überein, wenn das Silberpapier mit ſchwefelſaurem Zink getränkt und dann getrocknet wird.

Will man alſo dieſes Salz zu einer Säule gebrauchen, ſo bereite man das Silberpapier bey trockenem Wetter zu, und laſſe die Auflöſung des ſchwefelſauren Zinks, nachdem man ſie auf die Rückſeite des Papiers gebracht hat, eintrocknen, indem man dieſe Rückſeite in die Sonne oder an das Feuer hält. Dann bringe man gut getrocknetes ſchwarzes Manganoxyd darauf, ſetze ſogleich die Säule zuſammen, und verwahre ſie, damit ſie nicht an ihrer Kraft verliere, gleich nach dem Aufbauen ſorgfältig vor aller Einwirkung der Luft.

Herr Zamboni giebt nun auch die Mittel an, die man anzuwenden hat, um bey trocknen Säulen die Elektricität beſtändig zu erhalten.

Zuerſt haben diejenigen Säulen den Vorzug, welche etwas langſamer ihre eigene Spannung mittheilen. Sie enthalten gewöhnlich mehr Elektricität und ſind auch am fähigſten ſie zu bewahren. Denn die große Geſchwindigkeit des elektriſchen Stroms hängt von einer größern Feuchtigkeit des Papiers oder des Salzes ab; dieſe kann

ſich aber, wenn die Plattenpaare genau mit einander verbunden über einander ſtehen, leicht von einem Paar zum andern hinabziehen, und dieſe Feuchtigkeit ſchwächt, wenn ſie längs der Plattenpaare hingeht, die Säule der zweyten Art ſo gut wie die Säule der erſten Art. Wirkt aber eine Säule etwas langſam, ſo iſt es um ſo mehr nöthig, die Baſis derſelben mit dem Erdboden durch Hülfe der beſten Leiter zu verbinden, damit ſie aus dem Erdboden die zu ihrer Ladung nöthige Elektricität an ſich ſaugen und leicht in ſich fortbewegen könne.

Zweytens empfiehlt Herr Zamboni vorzüglich das Iſoliren gewiſſer Theile ſeiner trockenen Säule. Dieſe Theile ſind: die Ränder der Plattenpaare, der obere Pol jeder Säule, und der metallene Ring des ſchwingenden Pendels. Er hatte ſich mit der Zeit überzeuget, daß die meiſten durchaus überfirnißten Gläſer den Dienſt der Iſolatoren ſehr ſchlecht verſehen. Nach manchen fruchtloſen Verſuchen hat er endlich gefunden, daß das ſicherſte Mittel, die Plattenränder zu iſoliren, iſt: die Säule in eine Röhre von Kryſtallglas zu ſetzen, welche etwas weniges weiter als die Säule ſelbſt iſt, und dann in den Zwiſchenraum zwiſchen der Säule und der Wand der Röhre einen noch lauen Firniß von Wachs und Terpentin zu gießen, bis die ganze Röhre von oben bis unten damit angefüllt iſt. Der Firniß giebt zugleich, indem er ſich etwas zwiſchen die Ränder der Platten hineindringt, das beſte Mittel ab, jede Gemeinſchaft zwiſchen denſelben zu verhindern.

Um den obern Pol der Säule zu iſoliren, iſt es nothwendig, ſo viel als möglich die Berührung des Metalls mit dem Glaſe, ſelbſt, wenn dies überfirnißt iſt, zu verhüten. In dieſer Hinſicht verſchließet Zamboni die Oeffnung der Röhre mit Siegellack, und überzieht dieſe Decke und die Röhrenwand mit einer ſtarken Lage guten Firniß; mitten durch dieſen Firniß muß der leitende Draht hindurchgehen, welcher den oberſten Theil der

Säule mit der Kugel, die auf ihm ſteht, in Verbindung ſetzt.

Um den Ring des Pendels gut zu iſoliren, muß man nicht den Stiel deſſelben durch eine ſehr feine Glasröhre ſtecken, ſondern an dem Ring eine kleine Baſis von Siegellack, zwey bis drey Linien hoch, anbringen, und in dieſe die Spitze des Stiels befeſtigen.

Endlich muß auch die Bewegung des Pendels ſo regulirt werden, daß jede Säule Zeit gewinne, den Verluſt an Elektricität wieder zu erſetzen, den ſie bey jedem Anſtoßen des Ringes an die Kugel erleidet.

Nachdem Herr Zamboni ſeine trockene Säule durch den Zuſatz von ſchwarzem Manganoxyd und von ſchwefelſaurem Zink ſo ſehr verſtärket hatte, ſo gelang es ihm auch, außer andern bekannten Wirkungen an einer Säule von 2000 Paaren Funken beym Tageslichte wahrzunehmen. Ferner ladete ſich eine Leidner Flaſche von 4 bis 5 Quadratfuß an dieſer Säule ſo ſtark, daß ſie einen Schlag gab, der Arm und Bruſt heftig erſchütterte. Um den Funken der Säule bis zu einem Zoll und darüber zu vergrößern, bedarf man nichts mehr, als daß man den Condenſator zu Hülfe nimmt und die Sammelplatte deſſelben an den einen Pol der Säule hält, während man den andern mit dem Erdboden verbindet. Soll aber einen ſolchen verſtärkten Funken die Säule unmittelbar geben, ſo muß man eine größere Anzahl von Plattenpaaren nehmen. Zehntauſend Paar geben einen Funken auf ½ Zoll Entfernung. Damit die Kraft mit zunehmender Anzahl der Paare fortwährend wachſe, muß der wirkſame Pol ſehr gut iſolirt ſeyn, wozu er kein beſſeres Mittel fand, als das obere Ende der Säule in einer innerlich und äußerlich mit gutem Firniß überzogenen Flaſche aus Kryſtallglas luftdicht zu verſchließen. Man läßt die obern 2 bis 3 Zoll der Säule durch eine im Boden der Flaſche gemachte Oeffnung in die Bauchung derſelben hinaufgehen, küttet die Röhre, worin die Säule ſtehet, durch eine dicke Lage von Firniß gut in dieſe Oeffnung ein, und

verſchließt die Mündung der Flaſche mit einem eingeſchmir-gelten Stöpſel luftdicht. Nur wenn man die Säule ge-brauchen will, nimmt man den Stöpſel heraus, und ſetzt einen Metalldraht, den man in die Flaſche bringt, mit dem Pole der Säule in Verbindung. Aus dieſem Drahte erhält man die Funken, mit welchen man die Flaſchen laden oder andere elektriſche Verſuche machen kann. Nach Beendigung derſelben zieht man den Draht wieder aus der Flaſche, und ſetzt den Stöpſel feſt hinein, um dieſen beſtändigen Behälter der Elektricität fortdauernd im gu-ten Stande zu erhalten.

Auch bemerket Herr Zamboni noch, daß dieſe Säule beſonders dazu geeignet ſey, die Identität der Flüſſigkeit, welche in derſelben wirkt, mit der durch die gewöhnliche Elektriſirmaſchine erregten damit außer Zweifel zu ſetzen. Man bringe nämlich den poſitiven Pol der Säule mit dem poſitiven Leiter der Elektriſirmaſchine, und den nega-tiven Pol der Säule mit dem Erdboden in leitende Ver-bindung, oder verbinde den negativen Pol der Säule mit dem negativen Leiter der Elektriſirmaſchine, während ihr poſitiver Pol mit dem Erdboden verbunden iſt; ſo wird in beyden Fällen nach einer oder nach zwey Umdrehungen der Elektriſirmaſchine die elektriſche Kraft an beyden Po-len der Säule bis zum Uebermaaß geſteigert werden. Kehrt man dagegen den Verſuch um, und verbindet den poſitiven Pol der Säule mit dem negativen Leiter der Elektriſir-maſchine, oder den negativen Pol der erſtern mit dem poſitiven Leiter der letztern, und ſetzt die Maſchine in Bewegung, ſo wird in beyden Fällen die Elektricität der Säule an beyden Polen in kurzer Zeit vernichtet.

Zuletzt führet Herr Zamboni noch an, daß bereits im Anfange des Jahres 1814 der Mechanikus zu Verona, Herr Streizig, eine trockene Säule mit einem Uhrwerke verſehen öffentlich ausgeſtellet, und daß er nachher, als er ſeine Säule verbeſſert, auch ſeine Maſchine vervollkomm-net, und im Februar 1815 mit einem höchſt einfachen Uhrwerk von zwey Rädern verſehen habe, welches Stun-

Digitized by Google

den und Minuten zeigte. Es ſey daher ein volles Jahr früher eine ſolche Vorrichtung zu Verona bekannt geweſen, ehe der Mechanikus Herr Ramis zu München dergleichen verfertiget habe.

Im Jahre 1817 hat Herr Zamboni eine noch größere Vollkommenheit ſeiner Säule dadurch erreichet, daß er die Glasröhre, in welcher ſie bewahret iſt, in eine Leidner Flaſche verwandelt hat, welche beſtändig durch den wirkenden Pol der Säule geladen iſt. Auf dieſe Art wird die Kugel, mit welcher ſich ſeine Säule endiget, ſtets auf das geſchwindeſte geladen, ſelbſt im Winter; und die Berührung des Pendels vermindert ſie nicht bedeutend, vorausgeſetzt, daß ſie gut iſoliret ſey.

Die Entdeckung des Herrn Zamboni durch die zweyelementige Säule wurde anfänglich bezweifelt, indem man ſich bey Wiederholung der Verſuche des Herrn Zamboni nicht davon überzeugen konnte, daß die äußerſt ſchwache Spannung, welche man mannichmal wahrnimmt, als wirklich elektromotoriſche Wirkung einer zweyelementigen Säule angeſehen werden könne. Allein der Herr Profeſſor Ermann *) in Berlin hat mittelſt mehrerer Verſuche erwieſen, daß die ſogenannte zwey-elementige Säule des Herrn Zamboni ihre völlige Richtigkeit habe.

Herr Prof. Ermann macht zuerſt die Bemerkung, daß wir kein Recht haben, zu behaupten, es vermöge kein Körper von ſtarrer Aggregation die von zwey andern ſtarren Körpern, mit welchen jener in Berührung iſt, erregte elektriſche Thätigkeit fortzuleiten, ohne ſelbſt eine ſolche Thätigkeit in bedeutendem Grade mit ihnen urſprünglich zu erregen; denn auch die flüſſigen Körper, welche dieſe Fortleitung äußern, zeigen unter gewiſſen Umſtänden beträchtliche eigenthümliche elektromotoriſche Thätigkeiten. Ließe ſich alſo wirklich kein ſtarrer Körper auffinden, vermittelſt

*) Abhandlung der königl. preuſſiſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin, aus den Jahren 1816-1817. Berlin, 1819. 4. S. 219. ff.

deſſen, als vermittelnden Gliedes, die Elektricität mehrerer einfacher ſtarrer Ketten ſich ſummiren kann, ſo würde dadurch bewieſen ſeyn, daß Zerſetzung und Zerfallen durch chemiſche Polarität eine nothwendige Bedingung jedes Summirens mehrerer Ketten ſey, — indeß jede einfache Kette aus zwey heterogenen Körpern ohne Chemismus beſtehen kann, Volta's Fundamentalverſuch gemäs. Aus dieſem Grunde ſey auf das Gelingen des Baues einer wahrhaft trockenen Säule ein großer Werth zu legen.

In einer ſolchen trocknen Säule könnte durchaus keine Veränderung der Körper ſtatt finden, aus welchen ſie zuſammengeſetzet ſey. Sie müßte daher nothwendig eine nie verſiegende Quelle elektriſcher Thätigkeit beſitzen, und was ſie einmal durch die entgegengeſetzte Wirkung ihrer Pole in Bewegung geſetzet hätte, würde eine Art von perpetuum mobile vorſtellen. Das Gelingen einer ſolchen Säule ſey zwar ſchon oft angekündiget worden, jedesmal aber habe ſich der hygrometriſche Zuſtand des vorgeſchlagenen feſten Körpers als Urſache einer Täuſchung nachweiſen laſſen. Was beſonders den von de Luc ausgegangenen feſten rein-phyſiſchen Elektromotor betreffe, deſſen für ſich unveränderliche Spannung einen feſten Punkt für die elektromotoriſche Skale abgeben, und der durch Schwankungen um dieſen Spannungspunkt das jedesmalige elektriſche Verhältniß zwiſchen dem Erdboden und der Atmoſphäre nachweiſen ſollte; ſo habe er ſich durch eine Reihe nach großem Maasſtab und anhaltend angeſtellter Verſuche und Beobachtungen überzeugt, daß auch dieſe Säule weder trocken, noch immerdauernd, noch meteorologiſch ſey.

Ein Gleiches gelte von den ſo berühmt gewordenen ſogenannten trocknen Säulen des Abbé Zamboni, von welchen ein ſolches Reſultat der Unterſuchung um ſo mehr zu erwarten war, da Papier, welches einen großen Theil der Säule ausmacht, an ſich ſchon hygroſkopiſch iſt, und von Zamboni noch mit Honig überzogen ward, um eine Schicht Manganoxyd darauf befeſtigen zu können. Nur

der Sorgfalt, mit der man dieſe Säulen gegen das Verdünſten durch Ueberziehen mit Harz und Einſchließen in Glasröhren ſchützte, verdankte ſie eine Dauer von mehreren Jahren. Doch hat Herr Ermann troß dem das Pendel, welches ſie in Bewegung ſetzten, endlich in Stillſtand verſetzt geſehen. Auch ſelbſt leuchte aus der eigenen Theorie des Herrn Zamboni deutlich hervor, daß die elektriſche Thätigkeit ſeiner Säule vorzüglich von der Feuchtigkeit abhange, und daß ſie ganz verlöſche, wenn alles im völlig trocknen Zuſtande ſich befindet. Indeſſen hätten die Bemühungen des Herrn Zamboni, ſeiner immer noch chemiſch bedingten Säule, wenn nicht die Unſterblichkeit, doch ein viel längeres und regeres Leben zu ſichern, ihn durch mannigfaltige Combinationen endlich zu dem in phyſiſcher, chemiſcher und phyſiologiſcher Hinſicht gleich wichtigen und unerwarteten Erfahrungsſatz geführet, daß: wenn ſich ein und derſelbe ſtarre Leiter mit ungleichen Berührungsflächen im Conflikt mit einem feuchten Leiter befindet, die bloße Ungleichheit der Berührungsflächen hinreichend iſt, um einen Gegenſatz der elektriſchen Thätigkeiten zu bedingen, und nach einer Richtung die poſitive, nach der andern die negative zu erregen.

Herr Ermann machte beſonders auf folgende Momente der Unterſuchung aufmerkſam. Er ſagt, die mathematiſche Berechnung der Säule geht davon aus, daß die elektriſche Spannung zwiſchen je zwey heterogenen Körpern eine beſtändige Größe iſt, durchaus unabhängig von der abſoluten oder relativen Größe der zwey im Conflikt kommenden Körper. Zink und Silber geben ſtets dieſelbe Spannung, die Scheiben mögen von 1 Quadratlinie oder 1 Quadratfuß Fläche, mögen gleich oder ungleich ſeyn, und mögen ſich in einem oder ſehr vielen Punkten berühren. Der neue Erfahrungsſatz behauptet dagegen für Ungleichheit der Berührungsflächen nicht etwa blos verſchiedene Grade, ſondern ſogar verſchiedene Arten der elektriſchen Thätigkeit.

Wir glauben, die Spannungsreihe der Körper als wirklich mit der chemiſchen Disjunktion zuſammenfallend zu durchſchauen, ſo daß aus der poſitiven oder negativen elektriſchen Funktion auf den Werth von Oxygen oder Baſe zu ſchließen ſey. — Der neue Erfahrungsſatz behauptet: Ein und daſſelbe Stück Metall, welches das reine Waſſer von zwey Seiten berühret, werde an der einen Seite poſitiv, an der andern negativ, wenn die Berührungsflächen von verſchiedener Größe ſind. — Unter welches Princip dieſe beyden Sätze zu bringen ſeyn, davon giebt Herr Ermann einige Ideen an, die wohl einer genauen Prüfung werth wären, um die Realität der zweyelementigen Säule des Herrn Zamboni zu entwickeln, wo der Elektromotor ſich blos auf den geometriſchen Unterſchied der Berührungsfläche ſich gründet.

Herr Ermann führet an, daß er ſchon vor vielen Jahren zufällig Scheiben Goldpapier in einer andern Abſicht zu Säulen auf einander geſchichtet, und bey mehreren derſelben eine ſchwache elektriſche Ladung bemerket hatte, allein er hielt ſie damals nur für den Erfolg einer zufälligen Reibung, verbunden mit der halbleitenden Eigenſchaft des Papiers. Jetzt errichtete er aber eine zweyelementige Säule aus 1100 Schichten Goldpapier, und fand, daß ſelbige im iſolirten Zuſtande den Condenſator an jedem Ende entgegengeſetzt ladete, daß ſie ihren Indifferenzpunkt gerade in der Mitte hatte, und daß die ableitende Berührung des einen Pols jedesmal den entgegengeſetzten auf ein größeres Maximum der Spannung brachte. Gerade daſſelbe zeigten ſchon 30 Schichtungen nur minder kräftig. Und eben ſo 100 Schichtungen Silberpapiers.

Die Umkehrungen der Pole, welche Zamboni erwähnet, hat Ermann bey dieſen Säulen ſelten geſehen, ob er gleich die größere von 1100 Schichtungen mehrere Monate lang beobachtete. Er fand blos, daß ihre Wirkung allmählig abnahm, und am Ende ganz erloſch, aber ohne Uebergänge in das entgegengeſetzte; und eben ſo war das verhältnißmäßig mit den kleinern Säulen der Fall.

Höchſt auffallend war hier, wie bey allen trockenen Säulen, der Einfluß der Temperatur. Man brauchte die Säule von 1100 Schichtungen nur ¼ Stunde lang dem Sonnenlichte auszuſetzen, ſo ladete ſie das Elektrometer ohne Condenſator unmittelbar bis zum Anſchlagen der Goldblättchen, und ihre Spannung ſtellte ſich auffallend wieder her. In der gewöhnlichen Temperatur brauchte ſchnell man dagegen mit einem guten Condenſator über 5 Minuten Zeit, um bey dieſer durch die Dauer bereits ſehr geſchwächten Säule die erſten Spuren einer Divergenz an demſelben Elektrometer wahrzunehmen.

Herr Zamboni fand als den normalen Zuſtand dieſer Art Säulen, die poſitive Ladung des Papiers, und die negative des Metalls; Herr Ermann fand dagegen gerade umgekehrt, ſowohl für Gold- als Silberpapier, den Pol, nach welchem das Metall liegt, poſitiv, und den entgegengeſetzten negativ. Ueberhaupt nahm Hr. Ermann an Säulen dieſer Art Widerſprüche von den Beobachtungen des Herrn Zamboni wahr, die ihm wenig Hoffnung übrig laſſen, die durch ſo viele Anomalien verſchlungenen Geſetze dieſer elektriſchen Syſteme, mittelſt der geſchichteten Papierſtreifen zu entdecken. Die Verſchiedenheit der Materialien und des techniſchen Verfahrens bringen bey dem Metalliſiren des Papiers verborgene Heterogenitäten mit ins Spiel, und ſelbſt in dem günſtigſten Falle kann man immer noch mit Recht Spuren von Wirkungen einer wahrhaft dreyfachen Combination: Metall, Papier und hygroſkopiſches Waſſer vermuthen.

Herr Ermann glaubet daher, daß zu dieſen Unterſuchungen am meiſten der Becher-Apparat tauglich iſt, ſo wie ihn auch Zamboni bereits dazu angewendet hatte. Erſterer wiederholte den Zamboniſchen Verſuch mit 30 Gläſern, deren jedes ungefähr 1 Pfund Regenwaſſer enthielt, und errichtete aus ihnen einen Becher-Apparat mit bloßem Zink, der aber das Waſſer an ſeinen beyden Enden mit ſehr verſchiedenen Flächen berührte, von 29 Quadratzoll die eine, von 2 Quadratlinien die andere.

Schon nach einigen Minuten war eine entſchiedene Polarität da; das Bennet'ſche Elektrometer kam durch einen Condenſator zum Anſchlagen, und mittelſt zweyer Condenſatoren erhielt er Divergenzen von 5 bis 6° am Volta'ſchen Strohhalmelektrometer, wenn der jedesmal entgegengeſetzte Pol mit dem Boden in ableitender Berührung war.

Hatte er beyde Pole des Apparats iſolirt, ſo gab das 15te Glas, das mittelſte, durchaus keine Divergenz, und zeigte ſich als der beyde Theile genau halbirende Mittelpunkt; ſobald aber eine Ableitung an dem poſitiven oder negativen Endpunkte angebracht wurde, gab dieſes mittelſte Glied der Säule die entſprechende negative oder poſitive Spannung.

Es iſt alſo in dieſem Apparate aus zwey Elementen ein wahrer Ladungsprozeß, ganz analog dem der Säule mit dreyfacher Heterogenität, nicht zu bezweifeln, wenigſtens nicht für den erſten Augenblick der Zuſammenſetzung; denn hinterher folgen ſcheinbare Anomalien. Da Herr Ermann in dieſem Verſuche das Zink poſitiv und das Waſſer negativ fand, gerade entgegengeſetzt der Beſtimmung des Herrn Zamboni, ſo wäre es nicht unmöglich, daß die Verſchiedenheit in der abſoluten Größe der Apparate dieſen Unterſchied bedingte. Bey dem Ermann'ſchen wirkte eine Geſammtfläche von 870 Quadratzoll Zink auf eine Geſammtmaſſe von beyläufig 30 Pfund Waſſer; bey Zamboni dagegen wirkten nur 15 Quadratzoll Metallfläche und ſo viel Waſſer, als 30 Uhrgläſer Waſſer faſſen können. Herr Ermann ſetzte daher einen kleinern Becher-Apparat von 30 Schalen zuſammen, worin die Zinkſcheiben nur einen Quadratzoll Oberfläche hatten, aber auch in dieſem Apparate fand er den Pol der größern Flächen poſitiv, den der Spitzen negativ. Herr Ermann weiß dieſen Widerſpruch nicht zu löſen.

Folgende Sätze geben einige Reſultate von Ermann's bisheriger Prüfung:

Digitized by Google

1. Die Intenſität der Wirkung ſcheint nicht der abſoluten Größe der Oberflächen proportional zu ſeyn. Denn es gaben ihm 30 Zinkplatten, jede von 29 Quadratzoll, und eben ſo viele von 1 Quadratzoll Oberfläche, faſt dieſelbe Spannung. Ob die abſolut kleinen Oberflächen, auf große Waſſermaſſen wirkend, einen Unterſchied geben, müſſe noch unterſuchet werden, und ſey ſehr wichtig.

2. Dagegen ſcheint ſich die Dauer der Wirkung nach der Größe der Oberfläche zu richten. Für die Dauer des großen Apparats mit Zinkflächen fand er ſo viel Wochen, als Tage für die Dauer des kleinen.

3. Verſchiedene Metalle geben verſchiedene Polarität, und zwar, wie es ſcheint, nach ihrem Werth in der Spannungsreihe. Ein aus 30 Quadraten reinem Silber, jedes von einem Quadratzoll Fläche, zuſammengeſetzter kleiner Becherapparat, gab die umgekehrte Polarität von der des Zinks, nämlich negativ für den Pol der breiten Flächen, poſitiv für den der Spitzen. Durch genäue Prüfung fand er in der That Waſſer poſitiv gegen eine einzelne Zinkplatte, dagegen negativ gegen eine einzelne Silberplatte.

4. Alle elektromotoriſche Apparate dieſer Art, ſowohl die ſäulenartigen, als die Becher-Apparate, verlieren nach längerer oder kürzerer Zeit alle elektriſche Spannung.

5. Wird in einem Apparate, deſſen Wirkung erloſchen iſt, der geometriſche Unterſchied zwiſchen ihren Spitzen und ihren breiten Oberflächen vermehret, ſo zeiget ſich ſogleich die vorige Thätigkeit wieder. Herr Ermann fand dies auf folgende Art. Wenn der Becher-Apparat ſowohl bey Zink, als bey Silber aufgehöret hatte zu wirken, legte er unter Waſſer auf jede breite Fläche ein Quadrat von demſelben Metall, ohne an den Spitzen etwas zu ändern, und nun fand ſich die Ladung wieder hergeſtellt.

Aus dieſem Verſuche folgerte Herr Ermann: a) daß das Erlöſchen der Thätigkeit nicht von einer veränderten Qualität des Waſſers abhängt, denn dies blieb unver-

ändert bey der Einführung der additionellen Oberflächen.
b. Daß aber auch nicht durch Oxydation der Metalle dieſes Erlöſchen bedingt zu ſeyn ſcheinet; denn reines Silber wird nicht wahrnehmbar oxydirt durch reines bloßes Waſſer und doch erloſch der Silber-Apparat faſt ſchneller, wie der Zink-Apparat. Herr Zamboni bezieht das Erlöſchen der Thätigkeit und die Umkehrung der Pole des Zink-Apparats auf den vom elektriſchen Werth des Waſſers verſchiedenen Werth des Zinkoxyds im Conflikt mit reguliniſchem Zink. Dieſem widerſpricht aber Herr Ermann nicht blos auf den Grund ſeiner Beobachtung mit dem Silber, ſondern auch, weil er den elektriſchen Werth des Zinkoxyds gleichartig dem des Waſſers fand. Die Gelegenheit zu dieſer Unterſuchung gab ihm der Becher-Apparat von 870 Quadratzoll Zinkblech, als er nach anderthalb Monaten ſo viel Oxyd erzeuget hatte, daß nicht blos beyde Oberflächen gleichförmig damit bedeckt waren, ſondern daß auch in jedem der 30 Gläſer der Boden mit einem dicken Niederſchlag belegt war, welcher geſammlet, und auf einer glühenden Eiſenmaſſe abgedampft, 372 Grän wog, und theils aus reinem, theils aus kohlenſaurem Zinkoxyd beſtand. Mit dieſem Produkt der Oxydation bedeckte er eine metalliſch-blanke Zinkplatte von 36 Quadratzoll Oberfläche und fand nun das Oxyd ſowohl in dem feuchten Zuſtande, in welchem es das Metall im Apparate überzogen hatte, als im nachherigen ſcharf getrockneten Zuſtande, beſtimmt negativ gegen das metalliſche Zink, gerade wie das Waſſer ſelbſt. Es kann daher die Umkehrung der Pole nicht geradezu von der bloßen Oxydation abgeleitet werden, wenigſtens nicht in dem Sinne, wie es Herr Zamboni thut.

6. Die Natur der Flüſſigkeit iſt auch bey dieſen elektromotoriſchen Syſtemen von entſchiedenem Einfluß. Zinn hatte im Becher-Apparate mit reinem Waſſer nach zwey Tagen aufgehört mit beſtimmter polariſcher Spannung zu wirken. Er löſete nun in jedem der 30 Gläſer einige Gran ſalzſaures Natron auf, und augenblicklich

war die frühere — Elektricität des Pols der Spitzen, und die + Elektricität der breiten Flächen, in einer Intenſität und Menge wieder hergeſtellet, welche das frühere weit übertraf; aber die Dauer dieſer Spannung war im umgekehrten Verhältniß ihrer Intenſität. Die comparative Wirkung von ſauren und baſiſchen Flüſſigkeiten gab nach Verſchiedenheit der Metalle ſo verwickelte Erſcheinungen, daß er noch keine Ueberſicht gewinnen konnte.

Ueberhaupt bietet dieſe ganze Klaſſe von Combinationen ſo viele Anomalien und Uebergänge aus einem Zuſtande in den entgegengeſetzten dar, daß es nur einer ſehr anhaltenden Aufmerkſamkeit gelingen kann, die durchgängige Geſetzmäßigkeit für ſie aufzufinden; um ſo mehr, da die nothwendige Anwendung des Condenſators ſehr oft mit möglichſter Täuſchung bedrohet.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIX. S. 45. ff. S. 476. f. B. XXX. S. 67. f. B. XXXII. S. 45. f. B. XXXVI. S. 359. f. f. B. XXXVIII. S. 121. B. XLII. S. 227. f. B. XLIV. S. 229 ff. B. XLIX. S. 35. ff. B. L. S. 87. ff. 214. ff. B. LII. S. 353. B. LIII. S. 337. ff. B. LIV. S. 1. ff. S. 388. ff. B. LV. S. 165. B. LVIII. S 342. B. LX. S. 151. f. B. LXIV. S. 45. ff. G. J. *Singer* Elements of Electricity and Electro-chemistry. Lond. 1814. 8. überſ. von Müller. Berliniſches Jahrb. für die Pharmacie ꝛc. 1817. S. 223. ff. Schweigger's Journal ꝛc. B. XVII. S. 335. ff. Tübinger Blätter für Naturwiſſenſchaft und Arzeneykunde. B. II. St. 1. S. 27. ff. Philosoph. Transact. for 1809. for 815. P. II. p. 363. sqq. Annales de Chimie et de physique p. MM. *Gay-Lussac* et *Arago*. To. II. p. 76 sqq.

Benzoeſäure (Zuſ. z. S. 310. Th. I). Auf die meiſten Metalle wirkt dieſe Säure nur ſchwach; allein mehrere Metalloxyde löſet ſie auf. Nach den Verſuchen des Herrn Trommsdorf ſcheinen die ſalzfähigen Grundlagen, in Hinſicht ihrer Verwandtſchaft zur Benzoeſäure in folgender Ordnung zu ſtehen:

Weißes Arſenikoxyd	Baryterde
Kali	Kalkerde
Natrum	Talkerde
Ammonium	Alaunerde.

Um ſich eine recht reine Benzoeſäure zu bereiten, empfiehlt Herr Hatchette das Verfahren, die Benzoe mit Schwefelſäure zu digeriren, wo ſich dann eine bedeutende Menge ſchön kryſtalliſirter Benzoeſäure ſublimirt.

M. ſ. Trommsdorf Journ. der Pharmacie. B. I. St. 1. S. 162. ff. Philos. Transact. for 1805.

Berlinerblauſäure (Zuſ. z. S. 333. Th. I.). Porret [α]) der jüngere hat die Zerlegung dieſer Säure verſuchet, und dadurch das, was ſchon Scheele vermuthete, und Berthollet ſo deutlich ausſprach, vollkommen beſtätiget, daß ſie eine Verbindung aus Stickſtoff, Kohlenſtoff und Waſſerſtoff ſey. Hr. Gay-Luſſac [β]) bemerket aber, daß Herrn Porret's Arbeiten nicht allenthalben richtig ſind, und glaubet, daß ſie bisher noch nicht ganz rein iſt dargeſtellet worden. Es glückte ihm zuerſt, die Blauſäure ganz rein zu finden, indem er gewöhnliches blauſaures Queckſilber durch Salzſäure zu zerſetzen ſuchte. Sie iſt eine farbenloſe tropfbare Flüſſigkeit, welche einen ſehr ſtarken Geruch, und einen anfangs erfriſchenden, dann brennenden Geſchmack hat, und iſt eins der heftigſten Gifte. In Anſehung der Flüchtigkeit übertrifft ſie noch den Schwefeläther, und dieſe Eigenſchaft reicht ſchon hin, ſie ſelbſt, ſo gar in Luft, die eine Wärme von 20° nach dem hunderttheil. Therm. hat, gefrieren zu machen. In dieſem Zuſtande kryſtalliſiret ſie regelmäßig und nimmt bisweilen die farbige Geſtalt des ſalpeterſauren Ammoniak an. Auch fand Herr Gay-Luſſac durch möglichſt genaue Verſuche, daß der Dampf der Blauſäure aus 1 Raumtheil Kohlenſtoff-Dampf, $\frac{1}{2}$ Raumtheil Stickſtoff und $\frac{1}{2}$ Raumtheil Waſſerſtoff beſtehe.

α) *Thomson's* Annals of Philosophy. N. XXX. p. 454. N. XXXI. p. 70.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LIII. S. 1. u. f.

Digitized by Google

Durch Zerſetzung thieriſcher Körper kann die Berliner-blauſäure auf folgende Art gebildet werden:

1. Durch Einwirkung des Feuers bildet ſich Blauſäure, wenn man Knochen, Blut, Blaſenſteine der Einwirkung des Feuers in einer Deſtillirgeräthſchaft ausſetzt. Unter dieſen Umſtänden iſt ſie mit Ammonium verbunden.

2. Durch Einwirkung der Salpeterſäure. Iſt dieſe Säure ſchwach, ſo treibt ſie bey ihrer Einwirkung auf die thieriſche Subſtanzen zuerſt den Stickſtoff aus: iſt ſie ſtark und concentrirt, ſo verflüchtigt ſich unmittelbar zu derſelben Zeit Blauſäure, in welcher ſich Kohlenſäure, Kleeſäure und eine dem Fettwachſe ähnliche Subſtanz bildet. Dieſe Bemerkung wurde zuerſt im Jahre 1790 von Fourcroy gemacht, als er Blutwaſſer mit Salpeterſäure behandelte, um es in Kleeſäure zu verwandeln.

3. Durch Einwirkung der feuerbeſtändigen Alkalien. Behandelt man thieriſche Körper mit Alkalien in einem heftigen Feuer, ſo ſättigen ſich die Alkalien, nachdem jene verkohlt worden, zum Theil mit Blauſäure.

4. Auch ſcheint durch Fäulniß thieriſcher Körper Blauſäure gebildet werden zu können.

Die neuern Chemiker haben auch die Blauſäure völlig gebildet im Pflanzenreiche angetroffen, wie bereits im Th. VI. S. 159. angeführet iſt.

Für den Chemiker iſt dieſe Säure in doppelter Rückſicht merkwürdig; einmal in Anſehung ihres Vorkommens in der Natur, ihrer Bildung durch Zerſetzung thieriſcher Stoffe und des Verhältniſſes, in welchem dieſe Bildung mit den thieriſchen Subſtanzen überhaupt ſtehet: dann aber als äußerſt empfindliches Reagens, nicht allein um die Gegenwart des Eiſens, ſondern der meiſten metalliſchen Oxyden zu erkennen.

Uebrigens verbindet ſich die Blauſäure mit den Alkalien, Erden und Metallen zu verſchiedenen Salzen, welche alle noch nicht gehörig unterſuchet ſind.

M. ſ. Chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Art. Blauſäure.

Digitized by Google

Bernſteinſäure (Zuſ. z. S. 334. Th. I.). Lange Zeit hat man dieſe Säure als ein Produkt der Deſtillation halten wollen; allein, obgleich der größte Theil derſelben auf dieſem Wege gebildet wird, ſo muß doch ein Theil derſelben als im Bernſtein präexiſtirend angeſehen werden. Gehlen fand in einer Abkochung des Bernſteins mit Waſſer Spuren von Bernſteinſäure, und Vogelſang erhielt auf naſſem Wege Kryſtalle der Bernſteinſäure, welche Sternchen bildeten und eine vorzüglich ſchöne weiße Farbe hatten.

Wenn eine Verbindung der Bernſteinſäure mit Natrum aus einer Retorte deſtilliret wird, ſo zerſetzt ſich die Bernſteinſäure; es geht verdünnte Eſſigſäure und ein braunes Oehl über; außerdem entwickelt ſich kohlenſaures Gas, und kohlenſtoffhaltiges Waſſerſtoffgas. In der Retorte bleibt Kohle und Natrum zurück. Aus dieſem Verſuche erhellet, daß die Beſtandtheile dieſer Säure Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff ſind. Berzelius giebt das Verhältniß der Beſtandtheile alſo an: in 100 Theilen befinden ſich Waſſerſtoff 4,512, Kohlenſtoff 47,600, Sauerſtoff 47,888.

M. ſ. A. F. Fourcroy's Syſtem der chemiſchen Kenntniſſe im Auszuge von F. Wolff. B. II. S. 541 ff. Gehlen's Journal für Chemie und Pharm. B. IV. S. 438. ff.

Beugung des Lichtes (Zuſ. z. S. 337. Th. I. u. S. 166. Th. VI.). Herr Jordan *) hat die im Artikel angeführten Beobachtungen, welche Newton und Grimaldi gemacht hatten, einer nähern Prüfung unterworfen. Bey dem Verſuche, welchen Newton mit einem Haare anſtellte, bemerkt Jordan gegen Newton, daß die Sonnenſtrahlen, welche durch eine ſehr enge Oeffnung gehen, divergiren, und keinesweges parallel

*) The obſervations of *Newton* concerning the inflections of Light; accompanied with other obſervations differing fromhis, and appearing to lead to a change of his theorie of Light and Couleurs. Lond. 1799.

bleiben, wie Newton vorauszuſetzen ſcheinet. Er beweiſet dies ſowohl durch Meſſung, als auch durch die auffallenden verſchiedenen Veränderungen in dem einfallenden Lichtkegel. Jordan erkläret dieſe Differenz daher, daß die Körper auf das Licht einige Anziehung äußern. Wenn die Oeffnung ſehr klein iſt, ſo wirkt die anziehende Kraft der Ränder derſelben auf das geſammte einfallende Licht, und macht alle Strahlen unter einander ausfahrend. Daß dadurch der Schatten jedes Körpers beträchtlich breiter werden muß, als der Körper iſt, fällt in die Augen. Er müßte nach Verhältniß der Divergenz der Lichtſtrahlen und der Entfernung deſto breiter ausfallen, wenn nicht der Körper, welcher den Schatten wirft, eine anziehende Kraft auf die nahe vorbeygehenden Lichtſtrahlen ausübte. Dadurch werden ſie von ihrer Richtung in den Schatten hinein abgelenkt, daher der Schatten ſchmäler wird, als er nach dem Vorhergehenden ſeyn würde. Endlich bemerkt Jordan noch, daß, die Sache genau genommen, bey allen dieſen Erſcheinungen von gar keinem Schatten, welcher durchs Auffangen vom Sonnenlichte mittelſt eines Körpers bewirket werde, die Rede ſey; ſondern nur von einem dunkeln Zwiſchenraume, den man zwiſchen den durch Beugung erzeugten farbigen Lichtſäumen wahrnehme. Er ſagt, in einer ſehr geringen Entfernung hinter dem Haare erſcheine der Schatten des Haares ganz deutlich, gut begrenzt und ganz dunkelſchwarz. In einer etwas größern Entfernung aber werde er ſeiner ganzen Länge nach durch eine Lichtlinie getheilt, ſo daß, ſtatt des einen, jetzt zwey Schatten, wie von zwey Haaren, da ſind, deren Schwärze jedoch weniger intenſiv wie zuvor iſt. Bey Vergrößerung der Abſtände nimmt die Breite des Schattens immer mehr zu, die Schwärze deſſelben aber ab; die Lichtlinie in ihm nimmt Farben an, und wird immer mehr und mehr vermiſcht, indem ſie ſich über den Schatten ausbreitet, und in ihm verſchwindet; und der Schatten ſelbſt verliert das Anſehen, als wären es zwey verſchiedene Schatten. Blos dicht hinter dem Haare iſt Schat-

Digitized by Google

ten da; weiterhin zieht ſich in den Schatten alsbald das inflectirte Licht der zwey nächſten Lichtſäume zu den beyden Seiten des Haares hinein, und vermindert ihn. In einiger Entfernung hinter dem Haare fallen beyde Lichtſäume zuſammen, und was alsdann als zwey Schatten erſcheinet, ſind die beyden an dieſe Lichtſäume grenzenden dunkeln Zwiſchenräume. Beyde vereinigen ſich wieder in einen Schatten, wenn das Licht zwiſchen ihnen ſich verwiſcht, und ſichtbar zu ſeyn aufhöret. Nun beſchreibet Jordan kürzlich die Lichtſäume und ihre Zwiſchenräume, wie ſie unter verſchiedenen Umſtänden entſtehn, und giebt ihre verſchiedenen Dimenſionen an. Er gründet darauf die Behauptung, es fehle ſo viel daran, daß die Breite der Lichtſäume und ihrer Abſtände das von Newton angegebene Verhältniß unter allen Umſtänden beybehielten, daß ſie vielmehr ins Unendliche variirten.

Jordan wiederholte auch den Verſuch von Newton, wo er einen Lichtſtrahl an einer Meſſerſchneide vorbeygehen ließ. Er hatte ein Loch von $\frac{1}{4}$ Zoll breit in eine Bleyplatte einſchneiden laſſen, durch welches der Lichtſtrahl hindurch gieng; er ſuchet hier zu zeigen, daß von den beyden Strahlungen, welche Newton wahrgenommen hatte, die eine der Schneide des Lochs, und nur die andere der Schneide des Meſſers zuzuſchreiben ſey, und daß beyde in den parallelen Lichtſtrahlen entſtehen. Die Lichtlinie, welche Newton bemerkte, iſt beſonders merkwürdig, da ſie auf eine ſonderbare Art aus der ganzen Lichtmaſſe, welche vor der Schneide vorbey gieng, und nicht blos von demjenigen Lichte, welches mit der Schneide in Berührung kam, abgelenket ward, und weder enger als der innerſte Lichtſaum war, noch zwiſchen ihm und der Schneide durchgieng, indem es in dieſem Falle keine Lichtſäume gab oder geben konnte, daß ſie wol aber gerade an den Stellen dicht vor der Schneide vorbeygieng, wo, unter andern Umſtänden, die mehrfachen nächſten Lichtſäume gebildet wurden. Ließ Jordan, wie Newton, zwiſchen den Schneiden zweyer Meſſer einen Strahl paral-

Digitized by Google

lelen Lichtes durchgehen, und wurden die Schneiden einander in einer Ebene und in paralleler Lage genähert, ſo erſchienen zuerſt zwey Ränder von inflectirtem Lichte, einer an jedem der beyden Schneiden, dem ähnlich, der zuvor an der einen Schneide allein ſich zeigte. In dieſen Lichträndern, und von dieſem inflektirten Lichte entſtanden darauf zwey Reihen von Lichtſäumen, eine an jeder Schneide, die in der Geſtalt ſchmaler weißer Striche mit ſchwarzen Zwiſchenräumen an den Grenzen der Ränder anfiengen, und zunächſt bey den Meſſern breiter und farbig wurden, und allmählig das ganze Licht zwiſchen beyden Schneiden einnahmen, da ſie dann zwey vollkommene Folgen von Lichtſäumen bildeten, deren jede aus verſchiedenen Farben beſteht. Dieſe Lichtſäume wurden breiter und verſchwanden dann Paarweiſe, bis zuletzt nur ein einziges Paar mit einem dunkeln Zwiſchenraume zwiſchen beyden zurückblieb, welches abnahm, und, wenn die Meſſer in Berührung kamen, verſchwand. Newton hielt dieſes letzte Paar von Lichtſäumen für Strahlungen, welche von den eigentlichen Lichtſäumen verſchieden, und nichts anders als die weißen Ränder inflectirten Lichtes wären, die ſich an den Schneiden eines Meſſers zeigen. Allein aus Jordan's Auseinanderſetzung erhellet, daß die Lichtſäume zwar aus dem inflektirten Lichte gebildet werden, aber nur einen unbedeutenden Theil deſſelben ausmachen. Eine jede Schneide giebt in dieſem Falle dem Lichte, welches zunächſt bey ihr vorbey gehet, durch Beugung die nöthige Divergenz, und die andere Schneide bildet darin die Lichtſäume. Jordan beſtätigte dies durch folgenden Verſuch: Um dem Lichte die dazu nöthige Divergenz zu verſchaffen, ließ er daſſelbe durch ein ſehr kleines Loch von $\frac{1}{80}$ Zoll Weite fallen. Die Schneiden zweyer Meſſer, welche ſich in größerer Entfernung von einander befanden, bildeten in dieſem Lichte, ſtatt der weißen Lichtränder, Lichtſäume, deren Farben die umgekehrten wie im vorigen Verſuche waren. Kamen die Schneiden einander näher, ſo zerfloſſen die Lichtränder, und bildeten darauf durch

Digitized by Google

ihre größere Anziehung, Lichtſäume mit verkehrt liegenden Farben, wie zuvor. Auf ſolche Art ſtellet ſie unter verſchiedenen Umſtänden zwey verſchiedene Reihen farbiger Lichtſäume dar.

Selbſt in verſchiedenen von einander entfernten Ebenen wurden an den Schneiden zweyer Meſſer bis auf das, was die Verſchiedenheit der Umſtände abänderte, völlig dieſelben Erſcheinungen bewirkt.

Brachte Jordan eine Bleyplatte, welche parallele Seiten hatte, in das divergirende Licht eines Strahls, welcher durch ein ſehr kleines Loch in das dunkle Zimmer einfiel, ſo entſtanden nicht blos an den äußern Kanten derſelben die beyden gewöhnlichen Reihen von Lichtſäumen, ſondern noch innerhalb des Schattens zwey andere Reihen von Lichtſäumen, die von dem Mittelpunkte deſſelben anfiengen. Je ſchmäler die Bleyplatte war, deſto breiter wurden beyde Arten von Lichtſäumen, und die im Schatten verſchwanden paarweiſe, bis ſie endlich alle wegblieben. Dies waren die farbigen Streifen, welche andere an den Schatten kleiner Körper wahrgenommen haben. Auch Cylinder von verſchiedenem Durchmeſſer, bis auf das Haar hinab, gaben dieſelben Erſcheinungen, wie eine ſolche Folge von Bleyplatten von abnehmender Breite. Ja, ſelbſt vermittelſt eines einzigen Cylinders oder einer einzigen Platte von gehöriger Geſtalt ließen ſich alle dieſe Erſcheinungen bewerkſtelligen, wenn man das Licht in verſchiedenen Entfernungen und ſchief auffallen ließ.

Newton hatte das eine von beyden Meſſern etwas gedreht, ſo daß nun beyde in einem Punkte ſich berührten, und mit einander einen unveränderlichen Winkel von etwa 1′ 54″ machten. In dieſer Lage ließ er durch ein $\frac{1}{42}$ Zoll breites Loch auf beyde Schneiden Licht fallen in einem Abſtande von 10 bis 15 Fuß vom Loche. Fieng er das Licht mit einem weißen polirten Lineale, $\frac{1}{2}$ oder 1 Zoll weit hinter dem Meſſer auf, ſo zeigten ſich längs den Grenzen der Schatten beyder Meſſer die Lichtſäume zwi-

ſchen zwey Parallellinien, trafen, ohne breiter zu werden, unter demſelben Winkel als die Meſſer an einander, und verſchwanden dahinter, ohne ſich zu durchkreuzen. Würde hingegen das weiße Lineal von den Meſſern viel weiter entfernt, ſo durchkreuzten ſich die Lichtſäume, und wurden nach dem Winkelpunkte zu, und noch mehr nach der Durchkreuzung breiter. Newton ſchloß daraus, daß die beyden ſich nähernden Schneiden, wo ſie vereint auf das Licht wirken, die Entfernung, in welcher die Lichtſäume von den Schneiden vorbeygehen, nicht verändern, wohl aber die Beugung der Lichtſtrahlen vergrößern. Das Meſſer, bey welchem das Licht zunächſt vorbey geht, beſtimme die Richtung, wohin das Licht abgelenket werde, das andere vergrößere die Beugung nach dieſer Richtung.

Jordan hatte dieſen Verſuch mit aller möglichen Genauigkeit wiederholet und gefunden, daß in dieſem Falle die gegen einander geneigten Meſſer alle die Erſcheinungen zugleich geben, welche zuvor durch die in paralleler Lage ſich nähernden Schneiden nach einander bewirkt wurden. Der Theil der Lichtſäume, wo ſie von einander abſtehen, wird durch jede Schneide in dem durch das kleine Loch divergent gemachten Lichte hervorgebracht. Hinter dem Punkte, wo ſie ſich durchkreuzt zu haben ſcheinen, werden ſie durch die entferntere Schneide im Licht erzeugt, und welches, wenn jene entfernte nicht da wäre, die Lichtſäume der nähern Schneide gebildet haben würde. Mithin werden, ſo wie die Schneiden ſich näher und näher kommen, die Entfernungen der Lichtſäume von jeder Schneide verändert und vergrößert, dem, was Newton beobachtet zu haben glaubte, zuwider. Denn ſie werden dann in Licht gebildet, welches über das der erſten Lichtſäume jeder Schneide hinausliegt, indem das nächſte Licht bey jeder Schneide dann die Lichtſäume der entferntern Schneide bewirkt, und, je näher beyde Schneiden einander kommen, die andere deshalb in deſto ſtärker gebeugtem Lichte die Farbenſäume bildet. Die Farbenſäume werden auch aus dieſem Grunde breiter. Dieſes Breiter-

werden der Lichtſäume in ſtärker gebeugtem Lichte verleitet Newton zu einem falſchen Schluſſe. Das Licht wird keinesweges durch die erſte Schneide ſtärker gebeugt und mehr divergent gemacht. Die Lichtſäume verändern ihr Licht, und daher entſtehn ſie da, wo die Schneiden einander ſich nähern, in ſtärker gebeugtem und mehr divergirendem Lichte; die Beugung der Strahlen überhaupt aber wird hier in der That vermindert, und während das nächſte Meſſer die Strahlen nach ſich hin ſtärker ablenkt, vermindert die hintere Schneide dieſe Beugung.

Außer andern mehreren Verſuchen mit der Beugung des Lichtes ſchließt Jordan's Schrift mit einigen allgemeinen Bemerkungen. Unter andern wird darin behauptet, daß Newton's Lehre vom Lichte und von Farben in ihren beyden Principien unrichtig ſey; der Zuſammenſetzung und Beſchaffenheit des Sonnenlichtes, und den abwechſelnden Diſpoſitionen zu leichterm Durchgange und leichterer Reflexion der Strahlen.

Uebrigens iſt wohl zu merken, daß Newton überhaupt, welcher ein ſo äußerſt vorſichtiger Naturforſcher war, über die Urſache der Beugung des Lichtes nicht zu beſtimmen gewagt hat, wie bereits im Band VI. S. 168. angeführet worden.

Noch andere merkwürdige Erſcheinungen dieſer Art giebt Nicholſon an *). Ein gewiſſer Hopkinſon hatte einſt durch die Faden eines ſeidenen Schnupftuches nahe vor das Geſicht gehalten nach einer entfernten Lampe geſehen; hier erblickte er Streifen, die ihm wie die Fäden des Tuches nur vergrößert erſchienen, und unverändert an ihrer Stelle blieben, unerachtet er das Tuch rechts und links beweget habe. Hopkinſon gab hievon in einem Briefe dem Phyſiker David Rittenhouſe Nachricht, und bat ſich darüber eine Erklärung aus. Dieſer bemerkt, daß ſich in dieſer Erſcheinung nicht die Fäden, ſondern

*) Journal of natural philoſophy. To. I. p. 13. ſqq.

Digitized by Google

vielmehr gewiſſe lichte Punkte darſtellen, die in geraden, ſenkrecht ſich durchkreuzenden Linien, regelmäßig geordnet ſind, woraus er ſchließt, daß dieſe Erſcheinung in Bildern der Lampe beſtehe, welche durch die Beugung des über die Fäden hingehenden Lichtes gebildet würden. Um nach ſeiner Meinung dieſe Erſcheinung noch vollkommener darzuſtellen, verfertigte er ſich ein Inſtrument, welches aus parallel laufenden Haaren beſtand, die nicht von andern durchkreuzet wurden. Hiemit machte er folgende Verſuche: Der Licht- oder Himmelsſtreifen, der durch eine Ritze eines enge verſchloſſenen Fenſterladens noch ſichtbar war, erſchien, durch daſſelbe betrachtet, vervielfältiget. Es zeigten ſich nämlich in der Mitte drey parallele Streifen, die einen beynahe gleichen Glanz hatten, und an jeder Seite derſelben 4 oder 5 andere Streifen von geringerm Glanze, die, je weiter ſie vom mittelſten ablagen, deſto dunkler gefärbt und deſto unbeſtimmter waren. Nahm er zu dieſer Vorrichtung dickere Haare, und ſpannte ſie in derſelben Entfernung wie die erſten von einander, ſo, daß die Zwiſchenöffnungen kleiner wurden, ſo zeigten ſich die mittleren Streifen weniger glänzend, die andern aber ſtärker und beſtimmter, und er zählte nun an jeder Seite des mittleren Streifens ſechs andere, die alle gleiche Abſtände von einander hatten. Bey dieſem Verſuche hatten die Haare $\frac{1}{100}$ Zoll im Durchmeſſer, und waren dadurch reguliret worden, daß man ſie über die Gänge einer Schraube von 106 Umwendungen auf einen Zoll Höhe gezogen hatte, ſo daß der Zwiſchenraum zwiſchen zwey Haaren $\frac{1}{250}$ Zoll betrug. Der mittlere Streifen war ſcharf begränzt und ohne Farbe. Die nächſten beyden waren gleichfalls gut ausgedrückt, aber etwas breiter, und am innern Rande blau, am äußern roth gefärbt. Die übrigen Streifen waren nicht ſo deutlich, und jeder hatte alle prismatiſche Farben in derſelben Ordnung. Da die Streifen immer breiter wurden, ſo ſchienen ſich der 5te und 6te zu berühren, die mittelſten Streifen aber wurden von einander durch ſehr

dunkele Linien getrennt, die breiter als die glänzenden Streiſen ſelbſt waren.

Er brachte den rahmförmigen Haarauſzug vor das Objektivglas eines kleinen Teleſkops, das mit einem Mikrometer verſehen war, und ſchloß aus Verſuchen, die er damit anſtellte, daß die Stellung der nächſten Seitenſtreiſen auf einen Deflexionswinkel von 7′ 45″ deuteten, und daß die andern Streiſen in Winkeln deflektirt wurden, die zwey- und dreymal größer, als dieſer urſprüngliche Winkel, wären. Rittenhouſe erkläret dieſe Erſcheinungen aus der Newton'ſchen Lehre von der Inflexion des Lichtes, und wendet ſie dann auf die angeführten Erſcheinungen mit dem ſeidenen Schnupftuche an. Nicholſon bemerket aber hiebey, daß die ſeidenen Fäden im Schnupftuche von den parallel ausgeſpannten Haaren auf gar ſehr verſchiedene Art unter einander verbunden wären, und daher die wahrgenommenen Erſcheinungen keinesweges auf einerley Art erkläret werden könnten. Er erzählet hiernächſt noch einige andere von ihm gemachte Erſcheinungen, welche er wahrgenommen hatte, indem er durch ein Stück Muſſelin, welches 100 Fäden auf den Zoll hatte, nach einer Straßenlampe ſah. Nahm er Flechtwerke aus feinem Kupferdrahte auf den Zoll ohngefähr 55 Fäden, ſo zeigten ſich eben ſo wie durch den Muſſelin 9 Lichtflecken, welche im Quadrate, drey in ſenkrechten, drey in horizontalen Linien gleich weit von einander ſtanden, außerdem aber zeigten ſich bey dieſer letzten Vorrichtung noch andere Flammen, welche ſchwächer, mehr gefärbt und mehr länglicht waren. Die Urſache aller dieſer Erſcheinungen überläßt er andern Phyſikern zu unterſuchen.

Auch Thomas Young α) hat mehrere Verſuche über die Beugung des Lichtes angeſtellt, und Fresnel ſehr viele merkwürdige Beobachtungen über dieſen Gegenſtand in einem eigenen Mémoire β) aufgezählet. Nach

α) Philosoph. Transact. for 1803.

β) Sur la diffraction de la lumière, où l'on examine particulièrement le phènomène des franges colorées, que presentent les

Freſnel's Meinung laſſen ſich alle Erſcheinungen, welche von der Beugung des Lichts abhangen, keinesweges nach dem Emiſſionsſyſtem erklären; er hat vielmehr verſuchet, eine vollſtändige Theorie nach dem Undulationsſyſtem zu entwerfen, nach welcher die hieher gehörigen Phänomene befriedigend erkläret werden könnten. Herr Arago α) urtheilet, daß dieſe Theorie des Herrn Freſnel in der Wiſſenſchaft Epoche machen werde; jedoch bemerket er, daß man hiernach annehmen müſſe, das Licht bewege ſich im Glaſe viel langſamer, als in der Luft.

Noch fernere Verſuche über die Beugung des Lichtes haben die Herren Biot β) und Pouillet angeſtellt, und vermuthet, daß es die zwiſchen den Rändern oder an dem einen Rande befindliche Luft ſey, welche gemäß ihrem Gezogenſeyn von den Rändern der feſten Körper, und in Folge ihrer Dichte und ihres chemiſchen Werths, dieſe mit Farbenzerſtreuung verbundene Brechung des Lichtes bedinge. Indeſſen zeigen ſich ähnliche Erſcheinungen auch in der Guericke'ſchen Leere.

In einer am 1ſten Auguſt 1818 gehaltenen Verſammlung der königl. Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen hat der Herr Hofrath Mayer in einer Abhandlung γ) eine Reihe von Verſuchen mitgetheilet, welche er im Junius und Julius des Jahres 1818 unternommen hatte, um ſich ſelbſt näher über die verſchiedenen Modifikationen, welche die bey dem Vorübergange des Lichtes an dieſen oder jenen Körpern ſich darbietenden Farbenſtreifen, nach Verhältniß des Abſtandes der dieſes Licht auffangenden Ebene von jenen Körpern und unter andern Umſtänden erleiden,

ombres des corps éclairés par un point lumineux in den Annales de chimie et physique. To. I. p. 239. sqq.

α) Annales de chimie et physique. To. I. p. 199. sq.

β) Traité de physique. To. III. p. 767. sq.

γ) Phaenomenorum ab inflexione et deflexione luminis pendentium ex propriis experimentis recensio et comparatio in den Commentat. Societ. Reg. scient. Goetting. recent. Vol. IV. ad an. 1816-1818.

Digitized by Google

zu unterrichten, und die hieher gehörigen zum Theil von einander abweichenden Anſichten der Naturlehrer, welche in dieſem oder jenem Falle ſolche Erſcheinungen bald von einer Inflexion, bald von einer Deflexion des Lichtes ableiten, genauer zu erörtern. Er hat ſich zu den hiebey in einem finſtern Zimmer anzuſtellenden Verſuchen blos der bequemen Einrichtung eines Sonnenmikroſkops bedienet, deſſen Spiegel außerhalb des Fenſters durch bekannte Vorrichtungen im Innern des Zimmers ſehr leicht in jede Lage gebracht werden kann, ſo daß man durch die Röhren des Mikroſkops, nachdem die Linſen ſämmtlich herausgenommen worden, einen horizontalen Strahlenkegel vom Sonnenlicht durch eine größere oder geringere Oeffnung vorn an jeder Röhre in das finſtere Zimmer einlaſſen kann. Ein Gehülfe kann leicht durch ſanfte Drehung des Spiegels bewirken, daß jene Strahlen immer in der gehörigen Lage auf diejenigen Körper fallen, welche man auf einem verſchiebbaren Stative dieſem Lichte ausſetzet, um die Erſcheinungen der Deflexion oder Inflexion deſſelben auf einer matt geſchliffenen Glastafel, in dieſen oder jenen Abſtänden hinter ſolchen Körpern, wahrnehmen zu können. Noch vorzüglicher laſſen ſich dieſe Erſcheinungen, und die ſich dabey darbietenden farbigen Streifen beobachten, wenn man das inflektirte Licht gar nicht auf einer ſolchen Glastafel auffängt, ſondern eine Convexlinſe oder eine Loupe, deren Brennweite etwa ein Paar Zoll betragen kann, in gehörigem Abſtande vor das Auge hält, in welchem Falle aber die Oeffnung, durch welche das Licht in das finſtere Zimmer einfällt, ſehr klein ſeyn muß, wenn das Auge nicht geblendet werden ſoll. Dünnere oder dickere vertikale Drähte, an welchen das Sonnenlicht vorbeygehet, und theils inflektirt theils deflektirt wird, zeigen durch Beyhülfe einer ſolchen Loupe, nach Maßgabe der Entfernung des Beobachters von einem ſolchen Drahte, die ſchönſten Erſcheinungen an parallelen farbigen Streifen, mit mehr oder weniger dunkeln Zwiſchenräumen. Vorzüglich ſchön iſt das farbige Spektrum auf einer matt geſchliffenen Glas-

tafel, wenn man das Sonnenlicht zwiſchen zwey nahe neben einander befindlichen parallelen ſcharfen Kanten zweyer Metallplatten, welche ſich durch eine Mikrometerſchraube mehr oder weniger einander nähern laſſen, hindurchgehen läßt, und worüber man die mannigfaltigen Modifikationen in der Abhandlung ſelbſt nachzuſehen hat. Einige Verſuche nach der Art, wie ſie der Verfaſſer angeſtellet hat, laſſen auf das deutlichſte abnehmen, wie dieſe farbige Streifen auf mannigfaltige Art über einander weggehen, und ſich decken, je nachdem bey einerley Abſtand der Glastafel von jenen ſcharfen Kanten, die letztern mehr oder weniger einander genähert werden, und welchen Urſprung die conſtante Form, in welche bey einem größern Abſtande jener Kanten von einander zuletzt das farbige Spektrum übergeht, eigentlich habe. Es iſt dies alles bisher noch nicht ſo deutlich erörtert worden, daß dieſe und mehrere andere Verſuche, nicht zu einer nähern Kenntniß und Analyſe dieſer Erſcheinungen einigen Beytrag liefern ſollten. Aber freylich bleibt hierbey manches noch unerforſcht, worüber man vielleicht nie ins Klare kommt. Daß die Phänomene der Inflexion und der dabey entſtehenden Farbenſäume, Erfolge einer Anziehung ſind, wird wohl nicht zu bezweifeln ſeyn, auch wird hiebey, wie bey der Refraction, das rothe Licht ſchwächer, als das violette inflectirt. Die Farbenſäume der Deflexion entſtehen gleichfalls durch jene Anziehung, wie der Verfaſſer aus ſeinen Verſuchen ableitet, wenn gleich die Urſache der Deflexion ſelbſt noch ſehr im Dunkeln liegt. Ob dieſe wirklich durch eine Abſtoßungskraft, oder, wie einige glauben, durch gewiſſe Atmoſphären um die Körper herum u. dgl. hervorgebracht werde, muß man nach den jetzigen Kenntniſſen noch unentſchieden laſſen, und noch ſchwieriger iſt die Entſtehung mehrerer Farbenſäume mit den ſchwarzen oder dunkeln Zwiſchenräumen, woraus man folgern muß, daß hiebey die Polarität des Lichtes ſelbſt mit im Spiele iſt, wie bey den zwey Strahlenbüſcheln im Isländiſchen Kryſtall. Die von dem Verfaſſer hier-

Digitized by Google

über mitgetheilten Anſichten können noch zu einer neuen, aber freylich ſehr mühſamen Reihe von Verſuchen Anlaß geben. Es ſcheinen hiemit auch die in einem prismatiſchen Farbenbilde vom Herrn Frauenhofer beobachteten höchſt merkwürdigen Streifen in Verbindung zu ſtehen, wovon unter dem Artikel, Farbenbild das nöthigſte nachzuleſen iſt. Elektricität, verſchiedene Temperatur u. dgl. haben übrigens nach den Beobachtungen des Herrn Verfaſſers keinen merklichen Einfluß auf alle dieſe Erſcheinungen. Zu dieſen und mehreren andern Verſuchen hat auch Herr Mayer ſehr vortheilhaft ein Werkzeug unter dem Namen eines Inflexionsſkops gebrauchet, welches er ſich nach ſeiner Idee hat verfertigen laſſen, um die vorzüglichſten durch Inflexion und Deflexion des Lichtes bewirkten Erſcheinungen auch ohne Beyhülfe eines finſtern Zimmers und der von einem Sonnenmikroſkop entlehnten Vorrichtungen und anderer Apparate, auf eine ſehr einfache und bequeme Art darſtellen zu können. Es beſteht dieſes Werkzeug, wie ein Fernrohr, aus in einander geſchobenen etwa 3 Zoll weiten Röhren, deren innere Flächen geſchwärzt ſind. Statt eines Objektivglaſes hat das Rohr vorn eine Vorrichtung, wie die obige, mit einer Mikrometerſchraube, um zwiſchen zwey ſcharfen Kanten einen dünnern oder dickern Büſchel von Sonnenſtrahlen oder eines andern Lichtes in das verdunkelte Rohr, welches gleichſam das verdunkelte Zimmer ſelbſt vorſtellt, gelangen zu laſſen. Man richtet dieſe ganze Vorrichtung auf einen ſchicklichen Stativ gegen die Sonne, oder, um kein Blendglas nöthig zu haben, auch nur gegen eine ſtark beleuchtete Wolke in der Nähe der Sonne, gegen die Flamme einer Argandiſchen Lampe, gegen eine von der Sonne beleuchtete weiße Wand, oder ſonſt gegen einen hinlänglich hellen Gegenſtand. Statt des Okularglaſes hat das Rohr eine ähnliche Vorrichtung, wie die vorher angegebene an der Objektivöffnung, dergeſtalt, daß die ſcharfen Kanten, zwiſchen denen das Licht durchgehet, parallel mit den von der Objektivöffnung geſtellet werden,

Digitized by Google

und alſo das Licht, welches vorn zwiſchen den ſcharfen Kanten in das Fernrohr gelaſſen wird, nun auch zwiſchen denen an der Okularröhre hindurch zu gehen genöthiget iſt. Bringt man nun das Auge ganz nahe an die letztere Vorrichtung vor die ſcharfen Kanten, ſo erblickt es in dem Rohre ſelbſt die ſchönſten durch die Abbeugung des an dieſen ſcharfen Kanten vorübergehenden Lichtes bewirkten, und durch dunkele Zwiſchenräume von einander getrennten farbigen Parallelſtreifen, welche dann in Rückſicht ihrer Anzahl und Breite auf mannigfaltige Art modificirt werden, je nachdem man durch Beyhülfe der Mikrometerſchraube den Abſtand der ſcharfen Kanten zunächſt vor dem Auge größer oder kleiner macht. Der Abſtand derſelben an der Objektivvorrichtung darf nicht über $\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Nichts ſchöneres kann man ſehen, als wenn man vermittelſt eines um eine Axe in der Vertikalebene beweglichen und auf einem Fenſtergeſimſe ſtehenden Prisma, einen Büſchel rothen oder andern Lichtes durch die Objektivöffnung des Rohres gehen läßt. Wenn man bey den Vorrichtungen in dem gewöhnlichen dunkeln Zimmer auf der matt geſchliffenen Glastafel, welche die farbigen Spektra auffängt, nur ſehr undeutlich mehrere als drey oder vier durch dunkele Zwiſchenräume von einander getrennte Farbenſäume, auf beyden Seiten der Mittellinie des Spektrums wahrnimmt, ſo kann man dagegen vor jenem Rohre in dem ſchönſten Glanze, und zwar in der Farbe des durchgelaſſenen prismatiſchen Lichtes, wohl 12 dergleichen auf beyden Seiten der Mittellinie des Spektrums wahrnehmen, welche durch geſchwärzte Linien von einander getrennt ſind. Das Auge bedarf hiebey keines Blendglaſes, wenn es jenem Glanze nur nicht zu lange ausgeſetzt bleiben will. Die Oeffnung vorn an der Objektivröhre darf zu dieſem Zwecke höchſtens nur $\frac{1}{5}$ Linie breit ſeyn. Hier zeigt ſich in dem Rohre alſo alles durch direktes und nicht erſt durch einen Spiegel geſchwächtes Licht, wie in dem dunkeln Zimmer. Daher die größere Deutlichkeit und Lebhaſtigkeit, in der ſolche Phänomene des abge-

Digitized by Google

beugten Lichtes ſich durch Beyhülfe eines ſolchen Rohres dem Auge darſtellen laſſen. Eine bloße gleichrunde Oeffnung an der Objektivröhre iſt minder tauglich, als eine lange Oeffnung, weil im erſten Falle die farbigen Säume nur ganz kurz erſcheinen. So hat auch noch Herr Mayer eine zweyte Vorrichtung an dieſem Rohre beſchrieben, vermittelſt deren ſich bequem die Erſcheinungen des an Dräthen vorübergehenden Lichtes und der dadurch entſtehenden farbigen Streifen wahrnehmen laſſen, und dieſe Einrichtung gründet ſich auf den Gebrauch der oben angeführten Loupe. Daß dies ſogenannte Inflexionsſkop ein ſehr bequemes Werkzeug iſt, Liebhabern der Phyſik die vorzüglichſten Erſcheinungen des inflektirten Lichtes ſehr bequem und befriedigend zeigen zu können, iſt für ſich klar.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVIII. S. 1. ff.

Bitterſalzerde (Zuſ. z. S. 579. Th. I.). Im Jahre 1707 machte Valentini *) bekannt, daß man dieſe Erde erhalte, wenn man die nach der Bereitung des Salpeters übrig bleibende Lauge verdunſte, und zwey Jahre darauf zeigte Slevogt β), daß ſie aus der Mutterlauge des Salpeters durch Kali gefällt werden könne.

Blauſtoff (Cyanogéne, Cyanogenium) (N. A.) iſt ein vom Herrn Gay-Luſſac im Jahre 1815 neu entdecktes Gas, welches einen weſentlichen Beſtandtheil der Berlinerblauſäure (Blauſäure) ausmacht. Bisher hatte man eine Verbindung des Stickſtoffs mit dem Kohlenſtoff unmittelbar herzuſtellen für unmöglich gefunden; Herr Gay-Luſſac zeigte aber, daß man dieſe Verbindung erhalte, wenn man blauſaures Queckſilber abdampfe und kryſtalliſire, oder wenn man thieriſche Kohle mit Alkalien glühe, im erſtern Falle an Queckſilber gebunden, und im andern an Alkali. Erhitzt man nämlich trockenes blauſaures Queckſilber, ſo entwickelt ſich der Blauſtoff in Form

*) De magnesia alba. Giess. 1707.

β) De magnesia alba. Jenae 1709.

eines farbloſen, brennbaren, eigenthümlich durchbringend riechenden, an der Luft mit Purpurflamme brennenden, mit Sauerſtoffgas mittelſt elektriſcher Funken heftig detonirenden, durch glühendes Kupferoxyd getrieben in 2 Maaß Kohlenſäure und 1 Maaß Stickgas zerfallenden Gaſes, von welchem das Waſſer an $4\frac{1}{2}$ Maaß abſorbirt, und dadurch einen ſtechenden Geſchmack erhält. Der Blauſtoff verbindet ſich mit Waſſerſtoff zu Blauſäure, mit Sauerſtoff zu Oxygen-Blauſtoffſäure (Oxycyanſäure), mit Chlorine zu Chlorine-Blauſtoffſäure (Chlorcyanſäure), mit dem Eiſen zu Eiſen-Blauſtoffſäure (Eiſencyanſäure), und überdem mit Schwefel, Salzbaſen, Alkohol und Metallen. Die merkwürdigſte dieſer Verbindungen iſt die Blauſäure. M. ſ. Berlinerblauſäure.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LIII. S. 138. ff.

Blitz (Zuſ. z. S. 405. Th. I.). Man hatte ſehr oft die Erfahrung gemacht, daß der Blitz Gebäude und andere entzündliche Gegenſtände trifft, ohne daß dieſe entzündet werden, ja daß oft Metalle, welche Menſchen an ſich tragen, vom Blitze geſchmolzen werden, ohne ihn ſelbſt zu beſchädigen. Nach der Urſache hievon war bisher wenig gefraget worden. Herr D. Raſchig *) zu Dresden hatte verſucht, eine grüne Eidechſe von beträchtlicher Größe mittelſt einer ſtark geladenen Leidner Flaſche von beynahe 1 Quadratfuße Fläche zu tödten, und ließ den Schlag der Länge nach vom Kopfe bis zum Schwanze gehen. Nach 5 bis 6 Minuten aber kam ſie wieder völlig ins Leben zurück. Nun verband er mit der erſten noch eine zweyte Flaſche, und ließ eine mögliche ſtarke Ladung wie vorher durch den Kopf nach dem Schwanze hingehen. Der Erfolg war und blieb derſelbe. Allein bey der letzten Entladung hatte er die Eidechſe mehr beobachtet, und

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXI. S. 208.

wahrgenommen, daß der Bliß auf der Eidechſe die ganze Länge hinfuhr. Dadurch wurde er auf den Gedanken geleitet, daß, wenn die Spannung der Ladung weniger ſtark wäre, und mithin der elektriſche Strom nicht über das Thier ſeiner ganzen Länge nach äußerlich hinfahren könnte, vielmehr in das Innere dringen könne, der Tod gewiſſer erfolgen würde. Zu dem Ende lud er eine Flaſche nur mäßig, und entladete ſie, wie vorher, durch das Thier, welches völlig todt war und auch todt blieb. Durch öftere Wiederholung fand er dieſelben Erfolge. Dieſe Verſuche, glaubt Herr Raſchig, erläutern hinreichend: erſtens, wie es zugeht, daß Metalle an Menſchen geſchmolzen werden können, ohne daß der Bliß die Perſonen ſelbſt tödtet; zweytens, wie oft die heftigſten Blitze mit den fürchterlichſten Donnerſchlägen begleitet, Häuſer, welche ſie treffen, doch nicht in Brand ſetzen, indeß drittens oft nur mäßig ſtarke Blitze mit nicht ſehr heftigem Donner begleitet, Menſchen tödten und Gebäude in Flammen ſetzen können. Ganz richtig bemerket er aber auch noch dabey, daß in Anſehung des Entzündens der Gebäude noch andere Umſtände in Betrachtung kommen. — Meiner Anſicht nach hängt der Erfolg von der Entzündung und Nichtentzündung, ſo wie der übrigen hieher gehörigen Erſcheinungen von der ſchlechten und guten Leitung derjenigen Körper, welche der Bliß trifft, und nicht von einer geringern Intenſität der Blitzmaterie ab. Denn allgemein lehret die Erfahrung, daß mit den heftigſten Gewittern auch die meiſte Gefahr der Entzündung der vom Bliß getroffenen Gegenſtände verbunden iſt, ja daß ſelbſt die beſten Blitzableiter für dieſe Gefahr nicht geſchützet haben, indem ſie die außerordentliche Menge von Elektricität nicht faſſen konnten, und daher an ſchwachen Stellen Seitenexploſionen mit Entzündung bewirkten. Dies letzte fand bey einem äußerſt ſtarken Gewitter am 11ten Januar 1815 bey ſtarkem Sturm und entſetzlichen Schneegeſtöber ſtatt, welches an ſehr vielen Orten in geringen Zwiſchenzeiten einſchlug, und welches Herr Profeſſor

Digitized by Google

Benzenberg [α]) ausführlich beſchrieben hat. Bey meiner damaligen Anweſenheit in Dortmund hatte der Bliß mit einer unglaublich großen Maſſe elektriſcher Materie den ſehr gut angelegten Blißableiter von beträchtlichem Umfange der daſigen Reinoldi-Kirche getroffen. An einer Stelle beſonders, wo nach meiner genauen Unterſuchung der Blißableiter ſchwach war, hatte derſelbe die Menge der elektriſchen Materie nicht faſſen können, der Bliß hatte daſelbſt die Nägel herausgeriſſen, und war durch eine Seitenexploſion in die Kirche unter das Dach gegangen, und hatte eine Entzündung bewirkt.

Herr de Luc [β]) hat ſeine in dieſem Artikel angeführte Theorie über die Entſtehung der Elektricität in den Gewitterwolken einer genauern Prüfung unterworfen, und bringt ſie in einer eigenen Abhandlung auf folgende Punkte zurück. Er ſagt, daß man gewöhnlich annehme, die elektriſche Flüſſigkeit, welche in Geſtalt des Blißes aus gewiſſen Wolken hervorbreche, ſey in ihnen ſchon früher vorhanden, und bereit, auf andere Wolken oder auf die Erde, wenn dieſe davon verhältnißmäßig weniger beſißen, in einer ihrer Kraft angemeſſenen Entfernung über zu ſpringen. Indeſſen wüßten Phyſiker, welche ſich oft auf hohen Bergen aufgehalten hätten, ſehr wohl, daß zwiſchen einer Gewitterwolke und einem iſolirten Körper, auf welchem Elektricität angehäufet ſey, gar keine Aehnlichkeit ſtatt finde.

Eine Wolke ſey nichts anders als ein dichter Nebel, und daher ein ſo vollkommen leitendes Mittel, daß ſich auch mit der ſtärkſten Elektriſirmaſchine die elektriſche Flüſſigkeit keinen Augenblick über in dieſen leitenden Dünſten würde anhäufen laſſen: ſie würde ſich augenblicklich durch die feuchte Luft verbreiten, und ſich in den umgebenden Körpern verlieren. Man denke ſich zwar gewöhnlich die Wolken mit trockener Luft umgeben und dadurch iſo-

---

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. L. S. 341. ff.

β) *Nicholson's* Journal of natur. philosophy Dec. 1810.

lirt, und meine, ſie könnten wenigſtens die elektriſche Flüſſigkeit, die ihnen irgendwo andersher zugeführet werde, zurückhalten; allein gerade darin beſtehe die Täuſchung, welche verſchwinde, wenn man Gelegenheit habe, das, was auf den Bergen vorgehe, zu beobachten. Er habe ſich häufig in Alpenthälern und in Thälern niedriger Gebirge aufgehalten, welche mit Gewitterwolken angefüllt geweſen wären. Dieſe hätten hie und da auf dem feuchten Boden aufgelegen, und es ließe ſich daher keine Möglichkeit einſehen, wie die elektriſche Flüſſigkeit ſich in dieſen Wolken habe erhalten können, wenn ſich auch erklären ließe, auf welche Weiſe ſie ſich in ihnen angehäuft habe. Und gleichwahl habe man aus dieſen Dunſtmaſſen häufig Blitze ausbrechen geſehen, auf welche das bewundernswürdige Phänomen des Donners erfolget ſey. Daß dieſes Donnern durch Wiederholung deſſelben Schalls durch Echo's von Wolke zu Wolke entſtehe, ſey eine bloße Fiktion.

Herr de Luc bemerket wohl mit allem Rechte, daß die ganze Folge der atmoſphäriſchen Erſcheinungen, von der Bildung der Wolken an bis zum Blitze und dem Donner, für uns noch in tiefes Dunkel gehüllt ſey. So viel ſey aber doch gewiß, daß in einer mit feuchter Luft und feuchter Erde in Berührung ſtehenden Wolke, in welcher der Blitz erſcheine, den Augenblick zuvor keine elektriſche Flüſſigkeit angehäuft ſeyn konnte. Die ungeheuere elektriſche Flüſſigkeit, die ſich alsdann offenbare, und die den Augenblick zuvor noch nicht als ſolche vorhanden wäre, müſſe folglich durch irgend eine chemiſche Operation entſtehen, deren Urſache uns noch unbekannt ſey, und in der die elektriſche Flüſſigkeit entweder aus irgend einer Verbindung, in der ſie ſich befunden, entbunden, oder auf irgend eine Art durch Zuſammenſetzung erzeuget werde. So in Freyheit geſetzt, ſtürze ſie ſich wie ein Strom durch die Wolke und aus ihr in den Erdboden.

Auch andere Erſcheinungen, welche dieſe Wirkungen begleiteten, zeigten an, daß in der Gewitterwolke irgend

ein chemiſcher großer Prozeß vor ſich gehe; dies gebe ſich vorzüglich durch die auf einander folgenden Detonationen zu erkennen, welche das ausmachten, was wir das Rollen des Donners nennten. Dieſe Detonationen ſeyen ohne allen Zweifel Zeichen von Zerſetzungen und von Wiederzuſammenſetzungen noch unbekannter atmoſphäriſcher Flüſſigkeiten. Sie begleiteten den Bliß, und einige dieſer Operationen zerſetzten die Luft ſelbſt, andere ſeyen Folgen dieſer.

Kein Syſtem über der Natur der Luft und des Waſſers könne gegründet ſeyn, wenn es mit dieſen großen Wirkungen, die unter unſern Augen in der unermeßlichen Werkſtätte der Natur vor ſich giengen, im Widerſpruche ſtehe. Die atmoſphäriſchen Erſcheinungen ſeyen zwar noch zu unvollſtändig beobachtet, um uns in den Stand zu ſetzen, die eigenthümlichen Urſachen derſelben nachzuweiſen. Indeſſen kennten wir dieſer Erſcheinungen doch ſchon genug, um durch ſie einen Fingerzeig zu erhalten, daß, nach den allgemeinen Geſetzen zu ſchließen, die atmoſphäriſche Luft fähig ſey, als ſolche, und nicht als Mengung zweyer luftförmiger Flüſſigkeiten von verſchiedener Natur, zerſetzt und wieder zuſammengeſetzt zu werden, und daß hieraus die beobachteten Erſcheinungen ſich erklären ließen.

Herr de Luc iſt der Meinung, daß die Stoffe der elektriſchen Flüſſigkeit, welche einen Theil der atmoſphäriſchen Luft ausmache, während der Zerſetzung der atmoſphäriſchen Luft im gewöhnlichen Falle, ſich mit der daher entſtandenen Flüſſigkeit zu einer neuen Zuſammenſetzung verbinden, in welcher die elektriſche Flüſſigkeit ihre charakteriſtiſchen Eigenſchaften nicht äußert, und ſich blos Regen bilde, ohne, oder mit ſehr ſchwachen Zeichen der Elektricität. Wenn aber die atmoſphäriſche Luft vermöge der Natur der neuen, in jene Schicht ſich verbreitenden Flüſſigkeiten, ſo zerſetzt werde, daß die elektriſche Flüſſigkeit ſich genau mit derjenigen Doſis jener Stoffe, welche ihr ihre charakteriſtiſchen Eigenſchaften giebt, verbinden könne, ſo ergieße ſie ſich plötzlich in die Luft als Blitz.

Digitized by Google

Blitzableiter (Zuſ. z. S. 188. Th. VI.). Daß die bisherigen Blitzableiter noch Unvollkommenheiten beſitzen, haben die Erfahrungen hinreichend gelehret. Indeſſen bleibt eine vorſichtige Anlegung derſelben ein für die Menſchheit ſehr wohlthätiger Zweck, und der um dieſen Gegenſtand ſo ſehr verdiente Herr **Reimarus** hat die Blitzableiter gegen neuere Angriffe noch in ſeinem 8 ſten Jahre ſtandhaft und meiſterhaft vertheidiget. Der Herr Prof. **Bodde** in Münſter hatte beſonders gegen die bisherige Theorie der Blitzableitungskunſt mehrere Zweifel erhoben, und behauptet, daß die neuern Blitzableiter insgeſammt höchſt fehlerhaft wären *). Zuerſt führet er an, daß ſich der Blitz nicht, wie die Phyſiker behauptet hätten, in willkührliche Feſſeln legen laſſe, davon habe er uns ſchon viele, meiſtens unbeachtete, auch wohl übel verſtandene Beweiſe gegeben. Die Erfahrung müſſe es lehren, ob mit dem wiſſenſchaftlichen Fortſchreiten die Kunſt es in der Anlegung der Blitzableiter ſo weit bringen werde, daß wir ein unbedingtes Zutrauen zu ihnen hegen dürften; oder ob wir den kühnen Gedanken, den Blitz der Erde friedlich zuzuleiten, in einigen Verhältniſſen als praktiſch unausführbar aufgeben, ja wohl gar als gefährlich verwerfen müſſen.

Nach Herrn **Bodde** iſt die Natur der Elektricität die Entzweiung; denn nur in dieſer erſcheinet ſie, oder wenn man lieber will, erſcheinet ſie in zwey entgegengeſetzten Polen, deren einer bey Gewittern, die mit der Erde in Wechſelwirkung ſtehen, in der Atmoſphäre, und der andere in der Erde, oder in einem Stellvertreter derſelben liegt, gleich zwey entgegengeſetzten Kräften, die mit Nothwendigkeit auf dem kürzeſten Wege nach Einigung und Ausgleichung ſtreben, und deren Indifferenzpunkt zwiſchen beyden Polen in der Mitte liegt.

Zwey entgegengeſetzte Kräfte beſtimmen die Richtung des Entgegenſtrebens eben ſo gewiß, als zwey Punkte

*) Grundzüge zur Theorie der Blitzableiter. Münſter, 1809. 8.

eine gerade Linie beſtimmen. Die Richtung des elektriſchen Entgegenſtrebens iſt folglich mit Nothwendigkeit gegeben. In dem Augenblicke der Ausgleichung oder der Entladung darf man ſich die elektriſche Spannung in zwey Punkten, als den Grenzen der Lichtbahn, die den Strahl bezeichnet, denken. Aber in der Wirklichkeit iſt es nicht ſo. Die elektriſche Spannung iſt vielmehr in zwey entgegengeſetzten Flächen oder beſſer Sphären empfangen; erſt bey eingetretener Schlagweite erfolgt der Durchbruch an den wenigſt abſtehenden und begleitenden Punkten, und die Mitbefangenheit ergießt ſich zur Ausgleichung nach dieſen Punkten.

Die elektriſche Entzweiung, worin Atmoſphäre und Erde befangen ſind, theilt ſich auch nach dem Maaße der Leitungsfähigkeit und Capacität, den Gegenſtänden über der Erde mit. Erfolgt, nach geſchehener Mittheilung, eine Entladung der Ausgleichung oder elektriſchen Entzweiung; ſo erfolgt dieſelbe nicht blos zwiſchen Atmoſphäre und Erde, ſondern auch die Gegenſtände über derſelben nehmen Theil daran nach der Größe des Mitbefangenſeyns.

Nach Herrn **Bodde** müſſen alſo an Blitzableitern folgende Aufgaben gelöſet ſeyn:

1. Daß die Ausgleichung oder Entladung zwiſchen Atmoſphäre und Erde durch gute Leiter bewirkt; noch mehr aber

2. daß vorgebeugt werde dem elektriſchen Mitbefangenſeyn der zu ſchützenden Gegenſtände über der Erde.

Die Leitung eines elektriſchen Stroms ſteht alſo nur dann zu erwarten, wenn die Richtung des Entgegenſtrebens mit der Richtung des Leiters zuſammenfällt, oder wenn dieſer eine ſolche Lage hat, daß er jene Richtungen in Seitenrichtungen auflöſen kann.

Alles dies ſucht Herr **Bodde** durch folgende Conſtruction anſchaulich zu machen: Es ſey Fig. 22. NN eine elektriſche Wolke, TT die ihr gegenüberſtehende Erde. NN habe + E, ſo hat TT nothwendig ein glei-

ches — E, und die Richtung des Entgegenſtrebens der beyden entzweiten Kräfte + E und — E iſt eine gerade Linie. Sie kann keine andere ſeyn, als AB; mit dieſer muß der Leiter zuſammenfallen. Er wird hier durch die Stange CD angedeutet.

Jede Kraft und jede durch dieſelbe gegebene Richtung läßt ſich in Seitenkräfte und Seitenrichtungen auflöſen; daher darf auch die gerade Richtung AB, worin + E und — E entgegenſtreben, in zwey Seitenrichtungen aufgelöſet gedacht werden, und ein auf der Stange CD als der Baſis errichtetes gleichſchenklichtes Dreyeck CGD gewährt uns in den Schenkeln CG und GD das Bild eines ſchief abwärts gehenden Blitzableiters, woran die beyden Schenkel, in Beziehung auf Leitung, den nämlichen Werth haben.

Zur Löſung der erſten Aufgabe: die Entladung zwiſchen Atmoſphäre und Erde durch gute Leiter zu bewirken, ergeben ſich alſo folgende Regeln:

1. Man gebe den Blitzableitern eine Lage, die mit der Richtung des elektriſchen Entgegenſtrebens zuſammenfällt, zwiſchen Wolke und Erde, d. h. eine lothrechte. Und wo dieſe nicht ausführbar iſt, gebe man

2 den ſchiefen Ableitern ſchiefe Zuleiter unter den nämlichen Winkeln und in den nämlichen Ebenen.

Daraus erhellet nun auch, daß mehrere Urſachen der Unzugänglichkeit unſerer bisherigen Blitzableiter in der Art der Anlegung derſelben liegen, ſo ſehr auch Sachverſtändige jedesmal, bey ungünſtigen Ereigniſſen, bemüht geweſen ſind, dieſelben in Nebenverhältniſſen aufzuſuchen, um ſich und das Publikum wieder zu beruhigen. Strenge Forſcher blieben aber doch bey den mühſam aufgefundenen Mängeln unbefriediget.

Die erſten von Franklin in Vorſchlag gebrachten Blitzableiter waren einfach; ſie hatten die lothrechte Lage, oder wichen doch nicht viel davon ab, und jede Auffangſtange hatte ihren Ableiter. In der Folge wollte man aber Vieles mit Wenigem thun; man gab zwey und meh-

reren Auffangspunkten nur einen einzigen Ableiter; man verband die Auffangspunkte in allen Arten von Richtungen mit einander und mit dem Ableiter; und fand man an den Gebäuden Hervorragungen, ſo bewaffnete man dieſelben mit Metall, und war zufrieden, wenn man nur irgend eine Verbindung zwiſchen ihnen und dem Ableiter ausmitteln konnte, unbekümmert, ob die Verbindung lothrecht, ſchief abwärts, ſohlig oder wohl gar aufwärts gieng.

Man laſſe ſich doch nicht mehr länger durch die leitende Eigenſchaft der Metalle irre führen. Sie iſt in ihren Wirkungen nicht unbeſchränkt, und kann die Richtung der entgegenſtrebenden Kräfte blos modificiren, nicht vernichten. Und doch iſt dieſe Vermuthung in den meiſten unſerer Blitzableiter, ohne daß man es ſich hat geſtehen wollen, wirklich ausgeſprochen, dadurch, daß man zwey in gerader Richtung entgegengeſetzte Kräfte durch wagrechte Leiter mit einander parallel leiten, oder wohl gar in ihrem Streben nach Ausgleichung von einander entfernen wollte.

Herr Bodde ſucht dies Geſuchte durch Conſtruction zu verſinnlichen und zwar in jenen Formen der Blitzableiter, die am meiſten gäng und gebe ſind, und von Hemmer und Reimarus ſelbſt, oder doch nach deren Muſter und Vorſchriften von andern angeleget worden ſind. Daß man bey Anlegung der Blitzableiter ausgegangen iſt von der falſchen Vorausſetzung, die thätige Kraft ſey allein in der Wolke, nur von da her habe man den elektriſchen Strom zu erwarten, und der Erde oder dem Waſſer zuzuleiten, — davon überzeugt uns ſchon die oberflächlichſte Anſicht der Blitzableiter.

Es ſey der Blitzableiter mit ſeinem Auffangspunkte (Fig. 24.) pABC, welcher von A bis B wagrecht läuft, oder auch wohl über die Erhöhung x hingebogen iſt, und erſt bey B anfängt nach C abwärts zu gehen. Im Umriſſe ABCD liege das Gebäude, welches durch den Blitz-

ableiter pABC geſichert werden ſoll. Die Wolke NN ſey + E, ſo iſt die ihr gegenüberſtehende Erde TT nothwendig — E, und die Richtung des Gegenſtrebens iſt die lothrechte Linie FD. Sobald die Entzweiung zwiſchen Atmoſphäre und Erde geſetzet iſt, und endlich die Entladung am Auffangspunkte p erfolgt, rückt auch — E in der Richtung DA hinauf, und dies um ſo eher, weil ein Gebäude in der Regel weniger Widerſtand leiſtet, als die Luftſchicht zwiſchen F und p. An Leitung durch einen ſolchen Blitzableiter iſt gar nicht zu denken. Sollte + E von A bis B geleitet werden, ſo müßte auch — E in dem nämlichen Maaße von D bis C fortrucken; dazu iſt aber kein Grund vorhanden. Noch weniger kann + E über die Erhöhung x geleitet und in dem Streben nach Einigung von der Gegenkraft — E entfernt werden.

Es iſt daher klar, daß an Blitzableitern alle Theile zwecklos ſind, die außer der Richtung des elektriſchen Entgegenſtrebens fallen, oder dieſe Richtung in ſich ganz vernichten. Ueberflüſſig und täuſchend ſind daher alle wagrechte Leiter in dieſer Lage, ſo lange das Entgegenſtreben ſenkrecht iſt. Die Spuren der Zerſtörung nach einer Entladung hätten uns dies ſchon von jeher lehren können. Unterſuchen wir dieſelben etwas genauer, ſo finden wir immer, daß der Blitz, ſo lange die elektriſche Entzweiung zwiſchen Wolke und Erde beſtand, nie guten Leitern in wagrechter Lage gefolget iſt; wohl aber, daß er ſolche gewählet hat, die eine, wenn auch nur etwas, abwärts geneigte Lage hatten.

Man hat ſchon lange eine Wolke und die ihr gegenüberſtehende Erde, in ſo weit ſie ſich in elektriſcher Entzweiung befinden, mit den Belegen einer Kleiſtiſchen Flaſche verglichen, und die Blitzableiter als Auslader betrachtet. Je mehr dieſe Vergleichung Beyfall gefunden hat, deſto auffallender iſt es, daß das, was über Auslader ſo oft und ſo richtig geſagt iſt, ſo wenig zu einer richtigern Anlegung der Blitzableiter beygetragen hat.

Digitized by Google

Bey ſchief abwärts gehenden Blitzableitern hat man eben ſo wenig die durch elektriſche Entzweiung gegebene Richtung des Entgegenſtrebens im Auge behalten.

In Anſehung der zweyten Forderung, daß nämlich dem elektriſchen Mitbefangenſeyn vorgebeuget werde, ſo bemerket dabey Herr Bodde folgendes: Iſt ein Gegenſtand über der Erde z. B. ein Gebäude, nach dem Maaße ſeiner Leitungsfähigkeit und Capacität in der Entzweiung mitbefangen, ſo ſind unſere künſtliche Blitzableiter nicht mehr im Stande, das Gebäude vor Theilnahme an der Entladung zu ſchützen. Sie dienen dann höchſtens nur zur Ausgleichung der elektriſchen Spannung, in ſo weit dieſe noch zwiſchen Wolke und Erde für ſich beſteht; wobey aber offenbar das Gebäude, nach der Größe des Mitbefangenſeyns, einer Theilnahme an Entladung bloß geſtellet bleibt.

Hier kommt noch ein mißlicher Umſtand in Betracht. Ein in elektriſcher Entzweiung mitbefangenes Gebäude hat in ſeinen Theilen meiſtens eine ungleiche Leitungsfähigkeit. Die dadurch nothwendig gewordene ungleiche Vertheilung der Elektricität verurſachet ſomit auch in dem Gebäude ſelbſt bey einer Entladung theilweiſe Ausgleichungen, die ſowohl dem Gebäude als deſſen Bewohnern gefährlich werden können.

Es ergiebt ſich alſo von ſelbſt, daß, wenn wir Schutz durch Blitzableiter bewirken wollen, wir dieſelben ſo anlegen müſſen, daß der ganze der Erde zugekehrte Pol der elektriſchen Spannung, durch Zuleiter von untenher, heraufgerückt werde, ſo daß der Indifferenzpunkt des Entgegenſtrebens über dem Gebäude, zwiſchen dem äußerſten Pole des Zuleiters und der elektriſchen Wolke, hervortrete. Unſere ſogenannten Blitzableiter müſſen wahre Stellvertreter der Erde und der zu ſchützenden Gebäude werden.

Ein Gebäude ganz dem elektriſchen Mitbefangenſeyn zu entziehn, und durch gute Leiter vertreten zu laſſen, gehöret unſtreitig zu den ſchwierigſten Aufgaben in der Blitz-

ableitungskunſt, auf deren völlige Löſung wir in der Anwendung wohl Verzicht leiſten dürften. Das Ideal können wir nicht erreichen, wir müſſen uns mit einer Annäherung begnügen, und zufrieden ſeyn, wenn durch gute Leiter von unten her der elektriſchen Spannung in Gebäuden ſo weit vorgebeuget wird, daß bey einer Entladung keine gefährlichen Durchbrüche in demſelben entſtehen können. Ueber die Anzahl und Capacität der zu jenem Zwecke nöthigen Zuleiter von unten her, muß die Erfahrung entſcheiden. Es darf aber als wahr angenommen werden, daß mit der Anzahl zweckmäßig angelegter Zuleiter die Sicherheit wachſe.

Ueberhaupt, ſagt Herr **Bodde**, dürfen wir es ſchon als eine weſentliche Verbeſſerung der Blitzableiter anſehen, wenn wir der Erdſeite jene Sorgfalt ſchenken, die man bisher der Luftſeite meiſtens mit Verſchwendung zugewandt hat; wenn wir bey Anlegung der Zuleiter von den oben abgeleiteten Regeln nicht mehr, als die Verhältniſſe es fordern möchten, abgehen; und wenn wir endlich, damit die Entladung von einem Punkte aus geſchehe, alle Zuleiter oben in eine leitende Verbindung ſetzen.

Herr **Reimarus** *) bemerket gegen Herrn **Bodde** ganz richtig, daß wir wegen der Gegen-Elektricität an der Erde nichts zu befürchten haben. Die Erfahrung zeige mit Gewißheit, daß, ſo wie die Entladung der Elektricität an der Wolke nicht von deren ganzen Unterfläche in einem Feuerſtrome von oben herab erfolge, ſondern ſich ſammle, und nur auf eine oder etliche vorzügliche Stellen hinſchieße, daß eben ſo auch an der Erde die Gegenelektricität nicht von der ganzen Erdfläche ausbreche, ſondern ſich nach vorzüglichen Stellen hinziehe, und daſelbſt hervorbreche.

Was die Hauptſache bey einem Wetterſtrahle betreffe, ſo habe er ſchon längſt gezeiget, daß man ſich dabey allemal eine zuſammenhängende Bahn des Strahls zwiſchen

*) Gilbert's Annalen. B. XXXVI. S. 113. ff.

Digitized by Google

Wolke und Erde, und nicht, wie vormals, einen abgeſonderten, zufällig hier hinein- und dort herausfahrenden Feuerklumpen vorzuſtellen habe. Ueberdem ſey es in der Wirkung und Anwendung auf unſere Zurüſtung einerley, ob dieſe Bahn mehr von dieſer oder von jener Seite her, oder von beyden gegen einander gerichtet, und ob dieſe oder jene Elektricität poſitiv oder negativ geweſen ſey. Dieſe zuſammenhangende, oder doch vorzüglich leitende Strecke von Metall ſey ja Ab- und Zuleiter zugleich. Indeſſen verdiene doch die hauptſächlichſte Betrachtung beſtändig die Wolke, weil nur dort, als an einem durch Nichtleiter abgeſonderten Körper, die Elektricität angehäuft werden könne, und weil alſo urſprünglich an ihr der Grund zum aufgehobenen Gleichgewicht befindlich ſey, die Gegen-Elektricität an der Erde aber nur abhängig bleibe und ſich nach jener richten müſſe. Metalle, die ſich nahe an der Erde innerhalb oder außerhalb der Gebäude befinden, Gitter aus eiſernen Stangen oder Treppengeländer, dergleichen häufig an den Gaſſen vorhanden ſind, brächten keine Wetterſchläge hervor, wenn nicht eine Leitung von oben her darauf zuführe.

Ueberhaupt ſeyen alſo die Umſtände oder Bedingungen der Wetterſchläge leicht zu faſſen. Der Strahl nehme zuverläſſig ſeine Bahn da, wo er im ganzen Wege zwiſchen Wolke und Erde am wenigſten Widerſtand oder die vorzüglichſte Leitung finde. Wenn alſo z. B. bey einer etwa vom Winde von der Seite her getriebenen Wolke ſich mehr Widerſtand finden würde, um durch die nicht leitende Luft zu der Auffangungsſtange und einem ſonſt tüchtigen Ableiter zu gelangen, ſo nehme er eher ſeinen Weg zu einer niedrigern Ecke am Gebäude mit einer unvollkommenen Leitung. Es könne auch eine Luftſchicht mit Dünſten oder eine Zwiſchenwolke ihn beſtimmen, eher hier als dorthin zu fahren, und es könnten auch, wenn der Bliz in zwey oder mehr Gegenſtänden neben einander eine Bahn antreffe, aus derſelben Wolke getheilte Strahlen fahren.

Digitized by Google

Eben ſo verhalte es ſich nun auch mit der Gegen-Electricität. Der Ausbruch an der Erde geſchehe nicht überall oder unbeſtimmt, ſondern nur da, es ſey an einer oder mehreren Stellen, wo die ausbrechende Gegen-Elektricität am leichteſten zu der Bahn der Entladung treffen könne.

Daß nun die Metalle in der Leitung des Blitzes einen ſolchen Vorzug vor andern Körpern beſäßen, daß die Leitung durch ſie geſchehe, wenn ſie auch den Strahl durch beträchtliche Umwege waagrecht oder auf- und niederwärts führen müßten, ſey allgemein bekannt. Wenn daher nur dem Blitze außen am Gebäude, von oben bis unten, eine vorzügliche und zuſammenhangende Leitung von Metall dargeboten werde, ſo ſey dies ſicher hinreichend, unſere Gebäude vor dem Eindringen der Wetterſchläge zuverſichtlich zu beſchützen. Unbeſtimmte Ausbrüche von der Erde her, durch widerſtehende nicht leitende Körper, ſeyen, nach aller Erfahrung, keinesweges zu befürchten, und eine leitende Strecke, welche die Bahn von oben herab beſtimme, beſtimme die Bahn der Wirkung auch zugleich von unten herauf. Nur folgende Schwierigkeiten ſeyen dabey vorzüglich in Erwägung zu ziehen.

Da es ungewiß ſey, woher der erſte Anfall aus der Wolke kommen werde, ſo erfordere die Vorſicht, daß wir alle wahrſcheinlich in Gefahr ſtehenden obern Ecken des Gebäudes durch die Ableitung ſichern. Es ſtehe mehr in unſerer Macht, die fernere Bahn des Strahls bis zum Ende oder zu der Gegenwirkung zu beſtimmen, und ſie, wo es uns am bequemſten ſey, hinzuleiten. Dabey ſey nur zu verhüten, daß der Blitz nicht noch einen Nebenweg antreffe, darein er ſich ergießen könnte. Dieſes ſey aber, der Erfahrung nach, nur in dem Falle zu befürchten, wenn er in der Nähe des angelegten Ableiters mit einem kleinen Abſprunge oder Durchbruche, noch eine andere Strecke von Metall erreichen könne, die ihm eine Nebenleitung zur Entladung darbiete, und zumal, wenn er daran reichlicheres Metall, oder ſonſtige Vorzüge vor

dem Ableiter fände. Bey einem mit Metall belegtem Dache ſeyen ſolche unvermuthete Durchbrüche von verſchiedenen Enden her zu befürchten. Daher räth Hr. Reimarus an, zu den Ableitungsſtreifen eine ſehr reichliche Breite von Metall zu nehmen, und von metallenen Dächern, oder wo ſonſt ausgebreitetes Metall Nebenwege befürchten ließe, äußere Ableitungen an mehreren Enden herab zu veranſtalten.

Der Herr Stadtrichter Hinderſen *) behauptet ebenfalls, daß des Herrn Bodde Anſicht über die gute Anlegung der Blitzableiter nicht die richtige ſey. Nicht blos die Oberfläche der Erde, ſondern auch alle auf dieſer befindliche und mit ihr zuſammenhangende Gegenſtände ſeyen in der elektriſchen Spannung befangen, und ſie werde in demjenigen Punkte, welcher der Gewitterwolke am nächſten ſey, concentrirt. Das bewieſen die Verſuche mit der Kleiſt'ſchen Flaſche; wenn man den einen Knopf des Entladers an die äußere Belegung anſetze, und dann mit dem andern die Entladung an der Kugel der innern Belegung der Flaſche bewirke. Man habe daher den Indifferenzpunkt für jene Spannung nicht da, wo ihn Herr Bodde angebe, ſondern zwiſchen der Spitze des Auffangers am Ableiter und der Gewitterwolke zu ſuchen. Erfolge eine Exploſion der Wolke, oder ein Einſchlagen auf einen Gegenſtand, ſo werde in demſelben Augenblicke die Spannung aufgehoben, oder die von ihm ſogenannte Entzweiung ausgeglichen, und es könne dann von einem Indifferenzpunkte derſelben nicht weiter die Rede ſeyn, ſondern es komme blos noch darauf an, daß der Blitzſtrahl auf eine dem Gebäude unſchädliche Art in den Erdboden abgeleitet werde. Dies geſchehe mit völliger Sicherheit durch eine feſt und ununterbrochen zuſammenhangende metalliſche Leitung, auch wenn ſie nicht immer in lothrechter Richtung, ſondern nach Maaßgabe der Form des Gebäudes, mitunter ſeitwärts abweichend geführet werden müſſe.

*) Gilbert's Annalen. Th. LI. S. 438. ff.

Digitized by Google

Die Zuleiter, welche der Herr Prof. **Bodde** anrathe, von dem Grunde des Gebäudes ab, anzubringen, halte er für ganz überflüſſig, und es ſcheine ihm, daß ſie unter gewiſſen Umſtänden nachtheilig werden könnten. Man habe nämlich ſchon Fälle beobachtet, in welchen der Erdboden poſitiv- und die Gewitterwolke negativ-elektriſch geweſen ſeyn. In dieſem Falle würde aber eine Exploſion durch einen ſolchen untern Zuleiter erleichtert und befördert werden, weil dadurch ein größerer Andrang der poſitiven Elektricität nach dem der Wolke am nächſten ſtehenden, folglich gefährlichſten Punkte bewirkt werden würde.

Endlich hat auch noch der Herr Prof. Gilbert *) gegen die Theorie des Herrn **Bodde** einige Gegenbemerkungen gemacht, welche wegen der Wichtigkeit des Gegenſtandes angeführt zu werden verdienen. Herr Gilbert ſagt mit vollem Rechte, daß ihm der Begriff der Elektricität, von welchem Herr **Bodde** ausgehe, die Sache nicht zu erſchöpfen, vielmehr der Betrachtung gerade denjenigen Punkt zu entziehen ſcheine, worauf es hauptſächlich ankomme. Bey unſern Verſuchen mit Ladungen geſchehe die Ausgleichung nicht auf dem kürzeſten Wege, ſondern immer auf dem Wege des geringſten Widerſtandes, und auf dieſen Widerſtand habe ohne Vergleich mehr Einfluß das Leitungsvermögen des Zwiſchenraumes, als die Kürze des Weges. Dem Herrn Profeſſor Gilbert ſcheint es vorzüglich auf das anzukommen, was die Entzweiung zur elektriſchen mache, und dabey das der Elektricität Eigenthümliche ſich ganz beſonders durch die Eigenſchaft der Körper zu charakteriſiren, der Verbreitung der Elektricität längs ihrer Oberfläche aber durch ſich hindurch mit ausnehmend verſchiedener Kraft zu widerſtehn. Auf dieſe Kraft ſcheine es ihm hier hauptſächlich anzukommen; ſie habe aber Herr **Bodde** bey ſeinen Betrachtungen gänzlich vernachläſſiget. Aus dieſem Grunde hält er die vom Herrn **Bodde** lothrechte Lage des Blitzablei-

---

*) Gilbert's Annalen. Th. LI. S. 95. ff.

ters für nichts Nothwendiges, obgleich für etwas Empfehlenswerthes, wo man ſie haben kann; dagegen die zweyte Regel: den ſchiefen Ableitern ſchiefe Zuleiter unter den nämlichen Winkeln und in den nämlichen Ebenen zu geben, für ungegründet. Ihm ſcheint vielmehr die Hauptregel zu ſeyn; ununterbrochen zuſammenhangende Leitung von hinlänglicher Capacität von dem höchſten Punkte und den vorſpringenden Ecken und Schärfen des Gebäudes bis in die Erde herab, und Abweſenheit aller andern ähnlichen partiellen Leitungen in oder an dem Gebäude, durch welche ein Theil des Entladungsſchlags zum Abſpringen von der Hauptleitung beſtimmt werden könnte.

Was die zweyte Anforderung an die Blitzableiter des Herrn Bodde betrifft, daß nämlich der ganze der Erde zugekehrte Pol der elektriſchen Spannung durch Zuleiter von unten her heraufgerückt werden müſſe, ſo daß der Indifferenzpunkt des Entgegenſtrebens über dem Gebäude hervortrete; ſo ſcheint Herrn Gilbert dieſe demjenigen gar nicht zu entſprechen, was wir von dem elektriſchen Entladungsſchlage durch Verſuche wiſſen. Sey nur die Leitung von hinreichender Capacität, ſo geſchehe die Ausgleichung, ſo weit ſich dieſe Leitung erſtrecke, unſichtbar und gefahrlos für alle benachbarte Körper; nur da, wo Nichtleiter zu durchbrechen ſeyn, finden die zerſtörenden Wirkungen, der Entladung ſtatt; und ſey dies in der ganzen Ausdehnung des Entladungsſtroms der Fall, überall in ihm und nicht blos in dem Indifferenzpunkte.

Herr Prof. Trechſel zu Bern *) hat auf Veranlaſſung einiger merkwürdigen Blitzeinſchläge im Sommer 1819 einige Bemerkungen über die Blitzableiter gemacht, die hier ebenfalls eine Stelle verdienen. Er redet immer noch für die Auffangſtangen, und wie mir dünkt, ein kräftiges Wort. Man müſſe ſich, ſagt er, von der Kraft einzelner Ableiter mit Auffangſtangen, Gewitter allmählig abzuleiten und zu ſchwächen, freylich nicht übertriebene Vorſtellungen machen. Bedenke man aber dann die

*) Gilbert's Annalen. B. LXIV. S. 2440. ff.

Digitized by Google

auffallende Wirkſamkeit, welche metallene Spitzen zur Schwächung und Entkräftung auch der ſtärkſten Elektriſir-maſchinen äußern, und habe man je die zum Theil furcht-baren Thätigkeitsbeweiſe beobachtet, die ein zur Unter-brechung und zum Funken-Schlagen eingerichteter Ablei-ter zur Zeit eines nahenden Gewitters zeige, ſo dürfe man dieſe einſaugende, ſogenannte offenſive Wirkung nicht für ganz unbedeutend halten. Führe doch der Ableiter, wenn der Strahl wirklich durch ihn gehe, einen ſolchen mächtigen Elektricitäts-Strom in einem Augenblicke zur Erde, warum ſollte er nicht in längerer Zeit den Stoff zu manchem Strahl abführen können? Könne man auch nicht leicht mit Stecknadelſpitzen einem Menſchen das Blut abzapfen, ſo komme doch die Feinheit und Beweglichkeit des Bluts, mit derjenigen der elektriſchen Flüſſigkeit, in keinen Vergleich. Und wohl möchten die Millionen Tan-nenſpitzen auf den Bergen eine ſchöne Portion Gewitter-ſtoff zur Erde führen: warum wären ſonſt die Gewitter in Ebenen heftiger, beſonders anhaltender, als auf Ber-gen? Und warum ſchlüge hier der Blitz ſo äußerſt ſelten in die Alpenhütten, obgleich leitende Rauchſäulen aus ihnen in die Höhe ſtiegen? Am wahrſcheinlichſten ſey es ihm, die Gewitterwolke ſey ein Laboratorium zur Bildung der Elektricität, und nicht ein Magazin zur Aufbewah-rung bereits gebildeter; er glaube aber, daß ſie in unun-terbrochener und nicht blos in augenblicklicher Thätigkeit ſey, wie de Luc meinte: d. h. die Wolke ladet ſich wahr-ſcheinlich nach und nach; von Zeit zu Zeit entladet ſie ſich durch Blitze, ladet ſich dann wieder, und ſo abwechſelnd, bis die Urſachen ihrer Ladung allmählig zu wirken aufhören.

Für dieſe allmählige Bildung des Gewitterſtoffs in den Wolken, und für die Möglichkeit einer eben ſo allmähli-gen Abführung oder wenigſtens einer Schwächung durch zugeſpitzte Ableiter, ſcheine eben jene unabläſſige Thätigkeit zu ſprechen, welche ſich an einem unterbrochenen Ableiter zur Zeit eines Gewitters beobachten laſſe. Den wirklichen Ausbruch des Blitzes werde ein ſolcher Ableiter freilich

Digitized by Google

nicht allemal verhindern, zumal wenn das Gewitter ſchnell und kräftig heranziehe, ſchädliche Blitze aber höchſt wahrſcheinlich auffangen, und bey gehöriger Einrichtung unſchädlich ableiten. Selbſt bey einer metalliſchen Belegung der Dachfirſte, Rauchfänge und übrigen Hervorragungen hält er die Auffangſtangen als ſehr nützlich.

Lapoſtoll hat in den neueſten Zeiten ſehr viele Verſuche mit verſchiedenen Körpern gemacht, um dadurch die Leitungsfähigkeit derſelben für Elektricität genau unter ſich zu vergleichen. Er wollte dadurch gefunden haben, daß die Metalle keine vollkommene Leiter der Elektricität wären, weil ſich die Schwierigkeit, mit welcher ſich dieſelbe ihnen mittheilet, und mit der ſie ſich in ihnen verbreitet, und aus ihnen ausſtrömet, durch die Erſcheinungen der Lichtfunken und des kniſternden Geräuſches bey ihrer Elektricitätsentladung und Ladung zu erkennen gebe. Es könnten daher metallene Blitzableiter ihren Zweck nicht mehr erfüllen, wenn ihr Zuſammenhang mit der Zeit ſchadhaft und unterbrochen wird. Das tiefe Verſenken ihrer Enden im Waſſer, oder im feuchten Boden vermehre nur die Koſten ihrer Anlegung, aber nicht ihre blitzableitende Kraft, indem das Waſſer ihnen nicht die Elektricität entziehe. Dagegen ſoll Stroh ein viel vollkommenerer Elektricitätsleiter als Metall ſeyn. An einem mit einer Spitze aufgerichteten 15 Fuß langen Strohſeile zeigte ſich nach Lapoſtoll's Angabe bey Gewittern kein Lichthof an der Spitze, und kein Funken an ſeinem den Erdboden berührenden Ende; nur die Divergenz der Goldblättchen eines an ihm gehaltenen Elektrometers zeigte die durchgehende Elektricität an; ſie wurde aber in großen Funken ſichtbar, als man eine an des Strohſeils Ende angebrachte Metallkugel durch einen Auslader mit der Erde verband und ſo entlud. Mit einem 7 bis 8 Zoll langen Strohſeil von beliebiger Dicke ſoll ſich jeder Conduktor und jede ſtark geladene elektriſche Batterie auf einmal vollſtändig, ohne Lichterſcheinung und Erſchütterung für den Auslader entladen laſſen, und durch ihn ſoll

ſich die Elektricität ſogleich mit dem Erdboden ins Gleichgewicht ſetzen, ohne ſich den andern Perſonen, die mit ihm einen Kreis bilden, mitzutheilen. Da nun auch Riſſe, Brüche, durch Fäulniß entſtandene ſchadhafte Stellen das vollkommene Leitungsvermögen eines ſolchen Strohhalms nicht im mindeſten vermindern ſollen, ſo werden wegen dieſen Vorzügen und wegen ihrer Wohlfeilheit die Blitzableitungen durch Strohſeile denen von Metall vorgezogen. Nach einer Beſchreibung, wie dieſe Blitzableiter von Stroh zu verfertigen ſind, äußert Lapoſtoll, daß ſie in Menge in ſolchen Gegenden, wo Hagelwetter ziehen, angewendet, auch als Elektricitätseinſauger und Vernichter, den Hagelſchlag vermindern würden.

Man hatte zwar gegen dieſe Behauptung des Herrn Lapoſtoll die Erfahrung angeführet, daß der Blitz Strohhauſen und Strohgarben entzünde; allein dagegen ließe ſich erinnern, daß ein Strohſeil ganz anders wirken könne, als ein ſolcher Hauſe, indem durch Druck, Feuchtigkeit und Wärmeentbindung Prozeſſe obwalten, die in dem Strohſeile nicht ſtatt finden. Es kam alſo auf genaue Verſuche an, welche zeigen mußten, ob die Behauptung des Herrn Lapoſtoll Grund habe, oder nicht. Dergleichen Verſuche haben die Herren Müller und Hoffmann zu Breslau *) mit aller nur möglichen Vorſicht angeſtellet. Sie wurden dadurch belehret, daß Strohſeile, aus Halmen ihrer Länge nach über einander gebunden, die Elektricität in größerer Entfernung als metallene Spitzen einſaugen und zerſtreuen, auch wenn ihr Zuſammenhang in der Länge zollweit durch einen iſolirenden Körper unterbrochen iſt; daß ſie aber nur auf einen kleinen Umkreis des Punktes des Cylinders und des Conduktors der Maſchinen, gegen den ſie gehalten werden, die Elektricität entziehen, und zwar nur langſam und unvollſtändig; daß an den Halmſpitzen ſich auch Lichthöfe, eben ſo, wie an

*) Schleſiſche Provinzialblätter vom Jahre 1821. Drittes Stück. März. p. 239. ff.

den Metallſpitzen, zeigen, und ſich die Elektricität auch mit einem kniſternden Geräuſch, mithin mit Widerſtand in ihnen fortpflanzet; daß Strohſeile nur durch langſames Annähern, und oftmals beharrliches Berühren mehrerer Stellen, geladene Flaſchen, aber noch unvollſtändiger geladene Batterien, wiewohl ohne Mittheilung eines Schlages entladen; beyde ſich auch dann laden laſſen, wenn die äußern und innern Belege mit Strohſeilen verbunden ſind.

Hiernach wurde geſchloſſen, daß die Strohſeile, als langſame, unkräftige Einſauger und als unvollkommene Leiter der Elektricität, gar nicht geeignet wären, die ſchnelle und mächtige Entſtehung des elektriſchen Prozeſſes der Gewitter, des entgegengeſetzten Ladungszuſtandes der Wolke und der Erde in ihren Entladungen zu verhindern; ſie könnten alſo nicht als Blitzableiter gebrauchet werden. Der Herr Profeſſor Scholz ſahe bey ſeinen mit dem Herrn Kammer-Mechanikus Klingert mit einem Strohſeile angeſtellten Verſuchen, deſſen Halmen in einander geflochten waren, ſogar den Funken des Conduktors über das ihm entgegen gehaltene Ende hinaus zum andern Ende ſpringen, das mit einem metallenen Griffe verſehen war.

Blitzröhren (Fulgurit) (N. A.) ſind röhrenartige Schlacken, welche an mehreren Stellen der Erdoberfläche beſonders in ſandigen Gegenden auf der Erdfläche ſenkrecht ſtehend gefunden werden. Ein gewiſſer Oekonom, Herr Henzen, entdeckte ſie zuerſt in einer ſandigen Gegend der Senne, in Weſtfalen *), und war der Meinung, daß Blitze die Punkte, wo ſie ſich finden, getroffen, und ſich ſchnell, bis zu einer gewiſſen Tiefe, durch Schmelzung ihren Weg dahin gebahnt haben könnten, daher er ſie auch Blitzröhren nannte.

Dieſe Röhren finden ſich nach Angabe des Herrn Henzen in der ſogenannten Senne auf Stellen, welche

*) Voigt's Magazin für den neueſt. Zuſtand d. Naturk. B. X. S. 491. ff.

durch ſtarke Winde vom Raſen entblößt, und zu Sandgruben geworden ſind, die oft funfzig bis hundert Schritte im Umfange, und zehn bis zwölf Fuß Tiefe haben. Meiſtentheils ſtehen ſie lothrecht, außer daß ſie hie und da kleine Biegungen machen. Ihre Dicke bleibt ſich faſt gleich. Die innere Oeffnung iſt leer, wenn nicht zufällig von oben Sand hineingefallen iſt. So weit ſie durch moorartige Erde gehen, haben ſie auch die ſchwärzliche Farbe angenommen, und nur da, wo ſie den weißen Sand berühren, haben ſie auch dieſe Farbe. Zunächſt um die Röhre oder Schlacke iſt der Sand eine Linie dick roth, wie derjenige, den man in Ziegelöfen findet. Die ſtärkſten Röhren haben ſich am mehreſten wieder geſchloſſen, die dünnern hingegen faſt gar nicht, vermuthlich, wie Herr Henzen meint, weil letztere am ſchnellſten wieder erkalteten. In Scheidewaſſer, Vitriolöhl und Eſſig erlitten ſie nicht die geringſte Aenderung, und ohne Potaſche konnten ſie im Glasofen nicht zum Schmelzen gebracht werden, welches alles dem Herrn Henzen keinen Zweifel übrig ließ, daß ihre Entſtehung nicht vom Blitze herrühren ſollte.

Daß übrigens das Innere der Röhren durch Schmelzung entſtanden ſey, giebt der Augenſchein; denn es iſt wirkliches Glas, in welchem ſich auch hin und wieder kleine Luftblaſen befinden. Nur von außen iſt in dem Moment der Schmelzung etwas Sand angebacken, daher ſie ſehr rauh und ſcharf anzufühlen ſind. Ihre Farbe iſt weißlichtgrau, bald lichter, bald dunkler, je nachdem die Sandſchicht war, durch welche die Oeffnung gehet.

Im Jahre 1816 hatte Herr Karl Guſt. Fiedler *) aus Bauzen Gelegenheit mit dem Herrn Henzen in der Senne nach Paderborn zu mehrere dergleichen Blitzröhren aufzufinden. So tief ſie ſich auch in die Erde erſtreckten, ſo gelang es bey aller Behutſamkeit doch nicht lange zuſammenhangende Stücke herauszubringen, weil

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LV. S. 122. ff.

Digitized by Google

die Röhren durch häufige Queerſprünge in größere und kleinere Stücke getrennt waren. Eine von dieſen Röhren hatte eine ſehr weite Oeffnung von etwa 7 Linien Durchmeſſer, ihre Wände waren nicht ſtärker als dickes Papier und zeigten ſich nach allen Richtungen in unbeſtimmt eckige Stücke geſprungen. Die Bruchſtücke glichen an der innern Seite einem ſchönen milchweißen Email, voller wollenartiger, und kugelförmiger Hervorragungen, welche deutlich durch Aufſchäumung entſtanden waren; die Außenſeite dagegen bildeten angefrittete, undurchſichtige weiße Quarzkörner. Die Röhre war bey ihrer weiten Oeffnung ganz mit hineingefallenem Sande angefüllt; rund herum zeigte ſich der Sand eine Linie dick röthlich gefärbt.

Dergleichen Blitzröhren hat man nach der erſten Bekanntmachung des Herrn Henzen an mehreren Orten Deutſchlands, in Preußen, England und in ſandigen Ebenen von Bahia in Braſilien u. ſ. f. gefunden.

Ein weſentlicher Beſtandtheil der Blitzröhren iſt Kieſel mit einem geringen Eiſengehalte, für ſich vor dem Löthrohr unſchmelzbar. Der Bruch iſt kleinmuſchlich; die dickern Seitenwände der Röhren ſind von auslaufend ſtrahliger Textur, voll länglicher, horizontal nach der Peripherie ausgehender größerer und kleinerer Blaſen von einem dem Fette ähnlichen Glasglanze. Ihre Farbe geht vom dunkelbläulich Grauen in verſchiedenen Abſtufungen des Grauen bis ins Milchweiße, letzteres jedoch am ſeltenſten. Die innern Seitenwände ſind mit einem vollkommenen Glas überzogen, theils kleintraubig, theils mehr gefloſſen, ſtark glasglänzend, ſie ähneln ſehr dem Glasopal. Nach außen zu nimmt die Schmelzung immer mehr ab, ſo daß die äußerſten Quarzkörner nur eben angefrittet ſind. Am ſeltenſten ſind diejenigen, deren dünne Seitenwände aus Quarzkörnern beſtehen, welche blos an ihren Außenſeiten glaſig mit einander verbunden ſind, deren Innerſtes aber milchweiß und beynahe undurchſichtig iſt. An den Kanten und den dünnen Stellen der innern Seitenwände ſind ſie ſtark durchſcheinend, ſeltener durchſichtig.

Digitized by Google

Ins Glas machen ſie Ritzen, mit dem Stahl geben ſie Feuer, und ihr ſpecifiſches Gewicht iſt wegen der Blaſenräume ſehr verſchieden, zwiſchen 1 und 2, das der blaſenfreieſten 1,924.

Die Außenſeiten der Röhren ſind theils ziemlich abgerundet, theils beſtehen ſie, und zwar am gewöhnlichſten, aus zackigen oder knorrigen längs herunter laufenden Erhöhungen, die oft durch Vertiefungen unterbrochen ſind, und ähneln dem Aeußern nach der aufgeborſtenen Borke am untern Ende alter Birken. Meiſt gehen die Röhren ſenkrecht mit kleinen unregelmäßigen Krümmungen zur Seite in den Sand hinab. Sie ſind von 1 Linie bis über 2½ Linien dick von röthlichem, ins Goldliche gehenden Sande umgeben, der, wenn er trocken wird, abfällt, und ſeine Färbung von einem geringen Eiſengehalte beſitzet. Durch öftere Queerſprünge ſind ſie in lauter größere und kleinere Stücke von 5 Zoll bis zu ½ Zoll Länge getrennt. Wenn der Wind den trockenen Sand an ihren Seiten weggewehet hat, ſo findet man die loſen Stücke wegen ihrer Leichtigkeit über die Oberflächen deſſelben weggerollt.

Die Röhren gehen entweder als eine einzige hinab, oder ſie theilen ſich, meiſt in einiger Tiefe, in ein Paar Aeſte, deren jeder wieder kleinere Seitenäſte von einem bis mehreren Zollen, ja bis über 1 Fuß Länge ausſendet. Zwanzig bis 30 Fuß tief hat man ſie in ihrer Länge gefunden, und endigen ſich ſpitz. Die mit dickern Seitenwänden, und ſolche, bey welchen ſich eine vollkommene Verſchmelzung der Quarzkörner zeigt, ſind oft wollenförmig verengt, oft auch ganze Strecken lang völlig zuſammengefloſſen.

Die Färbung der innern Maſſe, und beſonders die der Außenſeite der Röhren richtet ſich nach der Sandſchicht, durch welche ſie gehen. In den oberſten Sandſchichten, welchen meiſt etwas Dammerde beygemengt iſt, ſind die Außenſeiten deshalb oft ſchwärzlich, weiter nach unten aber gelblichgrau, graulichweiß; und wo der Sand rein

und weiß iſt, finden ſich die Röhren auch beynahe ganz weiß.

Höchſt wahrſcheinlich ſind dieſe Röhren durch die Wirkung des Blitzes entſtanden, und haben daher auch den ſchicklichen Nahmen Blitzröhren erhalten. Man hat zwar die Meinung gehabt, daß ſie aus einer vorgeſchichtlichen Periode ſeyen; allein der Augenſchein und ſelbſt die Lagerſtätte, die mehr von einer neuern Entſtehung unläugbare Spuren geben, ſind dieſer Meinung durchaus nicht günſtig. Der Herr D. Clarke in Cambridge läugnete, daß die zu Drigg in Cumberland aus einem Hügel von Triebſand ausgegrabenen Sandröhren durch die Wirkung des Blitzes entſtanden wären, indem ihre innere Wand ſo wenig eine Verglaſung ſey, als der Glasopal oder der Perlſinter, vielmehr hält er dafür, daß ſie eine dieſen Mineralien ähnliche Concretion wären. Er brachte ein Stück einer ſolchen Röhre vor die Flamme des mächtigen Newmann'ſchen Gebläſes mit Knallgas; es ſchmelzte ſogleich zu einem Kügelchen reinen durchſichtigen Glaſes, welches Blaſen enthielt, gerade ſo wie Glasopal und Bergkryſtall; und dies ſieht er als eine Beſtätigung ſeiner Meinung an. Dagegen kann aber mit Recht erwiedert werden, daß die augenblickliche Hitze des Blitzes im Schmelzen ganz anders, als die dauernde Gluth der Flamme des Gebläſes, wirkt. Die emaillenartige Maſſe, welche die innere Lage der Blitzröhren bildet, enthält ſchon ſolche Bläschen, wie ſie Herr Clarke nach der Schmelzung bemerkte, ja an mehreren Stücken ſind dieſe Bläschen an der durch ſie aufgetriebenen Oberfläche geplatzt, und die Maſſe iſt während deſſen erſtarrt; weder Glasopal noch Bergkryſtall zeigt von dieſen etwas. Endlich iſt aber auch jene innere Helle kein durchſichtiger glasartiger Körper, wie dieſe Mineralien, ſondern ein undurchſichtiger emaillenartiger Fluß.

Der Herr v. Humboldt hatte bey ſeiner Reiſe in der Mexikaniſchen mit beſtändigem Schnee bedeckten Cordillere Nevada de Toluca einige Stücke Trappporphyr von

Digitized by Google

einem Berggipfel mit Lebensgefahr abgeſchlagen, welche in der königlichen Mineralienſammlung zu Berlin ſich befinden. Weil die ſtellenweiſe verglaſte und glänzende Oberfläche dieſes Minerals blos eine Wirkung des Blitzſtrahls ſeyn kann, und der Herr Prof. Gilbert durch den Herrn Prof. Weiß zu Berlin wegen der großen Aehnlichkeit der Blitzröhren mit dieſem Mineral aufmerkſam gemacht wurde, ſo fand man bey genauer Vergleichung, daß beyde oberflächliche emaillenartige Verglaſungen offenbar einerley Urſprung haben müſſen.

Bey dieſer Gelegenheit machte auch Herr Profeſſor Gilbert auf einen geſchickten Prediger Namens Leonh. David Hermann zu Maſſel in Schleſien aufmerkſam, der bereits zu Anfange des vorigen Jahrhunderts Blitzröhren bis zu anſehnlichen Tiefen in den dortigen Sandhügeln ausgegraben, ſie ſchon in Kupfer zwar roh, aber doch kenntlich abgebildet, und ganz gut beſchrieben hat. Er hielt aber dieſe Röhren für eine Erzeugung von einem unterirdiſchen Feuer, das den Sand geſchmolzen, accedente nämlich viscoso quodam succo [α]).

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LV. S. 121. B. LXI. 235. 249. 313. B. LXV. S. 206. f.

Blut (Zuſ. z. S. 189. Th. VI.). Herr D. Schübler [β]) ſtellte Verſuche über den Einfluß der Elektricität auf das Blut an, und fand folgende Reſultate:

Das Blut coagulirt in dem elektriſchen Zuſtande langſamer, aber doch zuletzt vollkommen. Poſitive Elektricität, wenn ſie durch das Medium der Luft auf das Blut übergeht, zerſetzt dieſes, es coagulirt nicht mehr gehörig; die Oberfläche wird wie aufgelöſet, die tiefern Schichten aber gerinnen. Die negative Elektricität, ganz auf dieſelbe Art, und in derſelben Stärke angewandt,

---

α) Mastographia oder Beſchreibung des ſchleſiſchen Maſſel im Fürſtenthum Oehls mit ſeinen Schauwürdigkeiten ꝛc. Von Leonh. Dav. Hermann, Pfarrer zu Maſſel. Brieg 1711. 4.

β) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIX. S. 344.

bringt dieſe Erſcheinung nicht hervor; das Blut coagulirt zwar langſamer, als im unelektriſchen Zuſtande, jedoch zuletzt vollkommen. Mit dieſen Erſcheinungen iſt ſowohl bey der poſitiven als negativen Elektricität eine ſehr ſchnelle Wärmeabnahme verbunden; das elektriſche Blut erkältet weit ſchneller, als im unelektriſchen Zuſtande, und zuletzt entſteht eigentliche Kälte; das elektriſche Blut wird gegen 2 Grade kälter als das umgebende Medium. Auch erwärmtes Waſſer zeigt dies ſchnelle Erkalten; eben ſo zeigte es Oehl, Queckſilber und feſte Körper, nur mit dem Unterſchiede, daß letztere nicht unter die Temperatur des umgebenden Mediums erkalten.

Die galvaniſche Elektricität zeigt ähnliche Einwirkungen auf die Blutmaſſe. Friſches Blut wird durch den poſitiven Pol ſchwarz, zerſetzt und aufgelöſet. Am negativen Pol entſteht ein ſcharlachrother Ring, der ſich immer mehr erweitert, ohne merkliche Zerſetzung der Blutmaſſe (bey ſchwachen galvaniſchen Batterien). Bey ſchon coagulirtem Blut zeigen ſich etwas abgeänderte Erſcheinungen; das Blut wird an beyden Polen ſchwarz, und von einer Röthe am negativen Pol zeigt ſich nichts mehr. — Thiere, welche ſich in völlig verſchloſſenen Glasglocken in atmoſphäriſcher anhaltend elektriſcher Luft befinden, ſterben jedesmal früher, als andere unter denſelben Glasglocken in unelektriſcher Luft. Erſtere laſſen bey ihrem Tod in der ſie umgebenden Luft mehr Lebensluft, als letztere, zurück. Vögeln iſt die elektriſche Luft lange nicht ſo nachtheilig, als Säugethieren.

(Zuſ. z. S. 416. Th. I.). Eine ſchöne mechaniſche Erklärung des Umlaufs des Blutes hat unter Anleitung des Herrn Profeſſor Gilbert der Herr Schubarth gegeben, welche mit des erſtern wenigen Worten folgende iſt *): Bey dem Umlaufe des Bluts in dem thieriſchen Körper wird das Anſteigen deſſelben in den mit Klappen verſehenen Venen bis zu dem Herzen hinauf, der Haupt-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVII. S. 105. ff.

ſache nach, dadurch bewirkt, daß erſtens der Vorhof der rechten Herzkammer beym Erweitern eine luſtleere Höhlung bildet, in welche der Druck der Atmoſphäre das Blut aus dieſen Venen, deren Klappen ſich alle nach dem Herzen zu öffnen, hineindruckt, und daß zweytens aus dieſem Vorhof die an ihn gränzende Herzkammer, wenn ſie ſich erweitert, und dadurch zu einem luſtleeren oder luſtverdünnten Raume wird, das Blut, das er aufgenommen hatte, in ſich ſaugt. Das rechte oder venöſe Herz und die in daſſelbe ſich ergießenden Venenſtämme ſind daher ihrem Mechanismus nach mit einer Saugpumpe zu vergleichen. Und noch paſſender iſt die Vergleichung des rechten Herzens mit einem, mit einem Druckwerke verbundenen Saugwerke, in ſo fern nämlich das Blut, das in die rechte Herzkammer, bey dem Erweitern derſelben und dem gleichzeitigen Zuſammenziehen des Vorhofs, eingeſogen worden, bey dem Zuſammenziehen dieſer Herzkammer, aus ihr in die durch ein Druckventil (die Klappen der arterlöſen Oeffnung der rechten Herzkammer) verſchloſſene Lungenſchlagader und in die Lungen getrieben wird. Ein ganz gleiches Saug- und Druckwerk bilden das linke Herz und das zu demſelben gehörende Syſtem der Schlagadern und der Lungenvenen. Wenn der Vorhof deſſelben ſich erweitert, hebt die Atmoſphäre das Blut aus den Lungen, durch die Lungenvenen, in die ſich bildende luſtleere Höhlung dieſes Vorhofs hinein, und aus ihr in den gleich darauf ſich bildenden leeren Raum der ſich erweiternden linken Herzkammer; beym Wiederzuſammenziehen dieſer Herzkammer aber wird das Blut mit der ganzen Muskelkraft dieſer Kammer in die Aorta und die Arterien bis in ihre feinſten Veräſtelungen herab gedruckt.

Dieſem gemäß befindet ſich alſo in unſerm Körper in jeder der beyden Hälften des Herzens und in den mit ihnen verbundenen Syſtemen von Blutgefäßen ein Saug- und Druckwerk, welche in beſtändiger Thätigkeit ſind, und in ihrer Arbeit nicht unterbrochen werden können ohne Gefahr des Lebens. Ein jedes dieſer beyden Saug- und Druck-

werke beſteht: erſtens aus zwey ſich abwechſelnd erweiternden und zuſammenziehenden hohlen Räumen, die gleichzeitig ſtets in entgegengeſetzter Bewegung ſind, wie die beyden Kammern eines doppelten Blaſebalges unmittelbar an einander gränzen, und durch ein Klappenventil zuſammenhängen, welches ſich aus der mit den Venen in unmittelbarer Gemeinſchaft ſtehenden ſaugenden Höhlung (dem Vorhof) nach der mit den Arterien verbundenen Höhlung des ſaugenden Druckwerks (der Herzkammer) zu öffnet, nach entgegengeſetzter Richtung verſchließt; zweytens aus einem Apparat von Saugröhren, die ſich in die ſaugende Höhlung ausmünden; und von denen die, in welchen das Blut durch Saugen angehoben werden muß, mit mehreren Saugventilen unter einander verſehen ſind; und drittens aus einer durch ein Druckventil, wie die Steigröhren der Druckwerke, verſchloſſenen Röhrenleitung, welche von der zweyten Höhlung ausgeht, und in welche die Kraft, die dieſe Höhlung zuſammenzieht, und verkleinert, das Blut mit einer ſolchen Gewalt hineindruckt, daß es durch alle Veräſtelungen der Röhrenfahrt bis an das Ende derſelben hindurch muß. Die beyden Vorhöfe ſind die ſaugenden Höhlungen; die beyden Herzkammern aber die Theile, welche die Stelle der Kolbenröhren in den Druckwerken vertreten, indem ſie von den Vorhöfen durch ein Saugventil, von den Schlagadern durch ein Druckventil getrennt ſind, und beym Erweitern ſich ſaugend mit Blut aus den Vorhöfen füllen, beym Zuſammenziehen aber das eingeſogene Blut in die Schlagadern hineindrucken; die Blutadern oder Venen vertreten die Stelle der Saugröhren des Saugwerks; die Schlagadern oder Arterien aber die Stelle der Steigröhren, und die Klappen der arteriellen Oeffnung der Herzkammer, die Stelle der Druckventile des Druckwerks. Der Vorhof des linken Herzens, in welchen ſich die vier Lungenvenen ausmünden, iſt das Saugwerk, die Kammer des rechten Herzens, aus welcher die Lungenſchlagader ausgeht, das ſaugende Druckwerk für den kleinen

Digitized by Google

Umlauf des Blutes durch die Lungen; dagegen iſt der rechte Vorhof mit den beyden großen Hohlvenen das Saugwerk, und die linke Herzkammer mit der Aorta das Druckwerk für den großen Umlauf des Blutes durch den ganzen übrigen Körper. Bey dem kleinen Umlauf diente ein einziges Saugventil, welches ſich an der Ausmündung des linken Vorhofs in die linke Herzkammer befindet; denn das Blut, welches durch die Lungenvenen dem Herzen zufließt, wird bey aufrechter Lage des Körpers nicht angehoben, ſondern geht in faſt horizontaler Richtung aus den Lungen zu dem nahen Herzen. Eben ſo wenig bedurften der Ventile die obere Hohlvene, und die in ihr ſich ausmündenden Blutadern, in welchen das Blut vom Kopfe zum rechten Vorhof herabſinkt. Dagegen ſind in der untern Hohlvene und den übrigen Blutadern, in welchen das Blut aus den untern Theilen des Körpers und aus den Armen dieſem Vorhof zugehoben wird, viele ſäckchenförmige Saugventile unter einander angebracht. Daß die linke Herzkammer wenigſtens dreymal ſtärkere Muskeln als die rechte hat, erforderte die weit größere Kraft, welche nöthig iſt, das Druckwerk für den großen Kreislauf als das für den kleinen Kreislauf in Bewegung zu ſetzen.

Die einzige Schwierigkeit, welche dieſer Theorie entgegenſtehet, iſt dieſe: bey den gewöhnlichen Saugpumpen laſtet die Atmoſphäre auf der Oberfläche des Waſſers, in welchem die Saugröhre mit ihren ſtarren Wänden ſteht, und preßt das Waſſer in dem luftleeren Raum, der beym Hinaufziehen des Kolbens in der Kolbenröhre entſteht, bis zur Höhe von etwa 30 Fuß hinauf. Dieſes findet nicht auf ähnliche Art bey den Venen ſtatt. Denn erſtens endigen ſich dieſe in Haargefäßen, welche ſich entweder in dem Zellgewebe verlieren, oder mit den Arterienenden unmittelbar zuſammenhängen; und zweytens ſind die Wände der Blutgefäße nicht feſt und ſtarr, ſondern biegſam, müſſen alſo, wenn der Druck, den ſie von außen und den ſie von innen her leiden, gleich zu ſeyn aufhöret, nach-

geben, und alſo etwas zuſammengedruckt werden, wenn beym Bilden eines luftleeren Raumes in dem ſich erweiternden Vorhof, der Druck von innen vermindert wird. Mit dieſen Verſchiedenheiten von den gewöhnlichen Saugpumpen beſteht indeß ſehr gut die ſaugende Wirkung des Herzens und der Venen. Die Venen leiden nämlich den Druck der Atmoſphäre in ihrer ganzen Länge von außen her, theils unmittelbar (in den mit Luft gefüllten Höhlungen), theils mittelbar (in allen weichen Theilen, die dem Drucke der äußern Luft und der Luft in dem Körper nachgeben), und dies iſt der Fall bis zu den Enden ihrer Capillargefäße hinab; daß dann aber die ſaugende Wirkung des Herzens bis zu dieſen äußerſten Enden herab reichen müſſe, beweiſet die Erfahrung, daß ſich die feinſten Thermometer mit haarförmigen Röhren durch Verdünnung der Luft in ihrer Kugel, alſo mittelſt des Luftdrucks, mit Queckſilber füllen laſſen. Durch die Haarröhrchen-Wirkung dieſer Anfänge der Venen wird den Stämmen das arterielle Blut ſtets mit einer ſolchen Kraft zugehoben, daß die während des Erweiterns des Vorhofs etwas erſchlafften Venen während der nächſten Zuſammenziehung deſſelben wieder eben ſo ſtark von Blut angeſchwellet werden, als ſie es zuvor waren. Und wenn die Capillargefäße der Venen mit denen der Arterien unmittelbar zuſammenhängen, ſo könnte hiezu auch noch der Druck dienen, der das Blut in den Schlagadern von dem Herzen ab, bis in ihre feinſten Anfänge fortſchiebt. Daß aber dieſe letztere Kraft dazu nicht nöthig iſt, beweiſen die Lymphgefäße, deren capillare Anfänge blos durch Haarröhrchenkraft ſich voll ſaugen, und deren mit Klappen gleich den Venen verſehenen Stämme alle in einen ſich vereinigen, der ſich in eine der großen Venen ausmündet, und alles aufgeſogene, durch die Saugkraft des rechten Herzens gezwungen, in ſie ausgießt.

Herr Prof. Gilbert fügt nun noch einige phyſikaliſche Bemerkungen über den Kreislauf des Blutes durch die Arterien bey, und zwar über die Art, wie die linke

Digitized by Google

Herzkammer und die für den großen Kreislauf beſtimmten Schlagadern das Blut durch ſich bis zu den Venen forttreiben, und wie dabey der Pulsſchlag entſteht, wovon bisher noch gar keine befriedigende Auskunft gegeben war. Er bemerket, daß zwar die Parry'ſche Erklärung des Pulſes im Ganzen richtig ſey, allein er habe ſie mehr verdunkelt, und Schwierigkeiten dabey gefunden, wo doch gar keine wären. Es pflanze ſich ein Druck, den eine Flüſſigkeit, mit welcher ein Gefäß ganz angefüllt ſey, an irgend einer Stelle ihrer Oberfläche erleide, nach allen möglichen Richtungen durch die ganze Flüſſigkeit ſo fort, daß jeder Theil der Wände von derſelben Größe, als der unmittelbar gedruckte Theil, einen Druck von derſelben Größe, als dieſer, erleide. Der Druck, mit welchem die ſich zuſammenziehende Herzkammer das in ihr befindliche Blut in die Aorta treibt, müſſe daher durch alle Stämme der Schlagadern hindurch ſich fortpflanzen; und einen je größern Theil einer Arterienwand man in das Blutgefäß von außen hineindrucke, einen deſto größern Druck von Innen gegen die Arterienwand müſſe man während der ganzen Zeit der Zuſammenziehung der Herzkammer fühlen; während der Erweiterung derſelben keinen. Dieſes ſey das Pulſiren der Schlagadern an Stellen der Verengerung. Jeder, der ſeinen Puls befühle, könne ſich überzeugen, daß er in keinem momentanen Stoße, ſondern in einem die Dauer eines Herzſchlags lang fortwährenden Druck beſtehe.

Die Wände der Schlagadern ſeyen biegſame Körper, welche gleich den Darmſaiten, mit welchen ſie ihrer Natur nach viel ähnliches beſitzen, und gleich den Trommelfellen, durch Spannung elaſtiſch werden. In dem lebenden Körper ſeyen ſie mit Blut ſo ſtark angefüllt, daß ſie eine bedeutende Spannung und Elaſticität haben. Die linke Herzkammer preßt, indem ſie ſich zuſammenziehet, etwa 5 Loth Blut in die Aorta hinein, und das in einer Zeitdauer von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Sekunde. In ſteifen Röhren wäre dies unmöglich, da die Haarröhrchenkraft die engen

Digitized by Google

Mündungen der Capillargefäße der Arterien, für eine ſo kurz dauernde Wirkung, ſo gut als verſchließt; die biegſamen Wände der Schlagadern geben aber dem Drucke, der auf ſie wirkt, nach. Sie ſchwellen auf, die nächſte bey der Herzkammer zuerſt, da bis zu ihnen ſich der Druck am erſten fortpflanzt; und da zu dieſer Wirkung ein Theil der bewegenden Kraft verbrauchet wird, ſo muß der Druck gegen die Arterienwände (alſo auch der Puls) weiter ab vom Herzen immer geringer werden. Indem aber die Aorta und die nächſten großen Arterienſtämme durch das Blut, das die linke Herzkammer in ſie hinein preßt, anſchwellen, wächſt die Elaſticität ihrer Wände; und hört daher dieſer Grund während des Wieder-Erweiterns der Herzkammer auf, ſo ziehen dieſe großen Schlagadern ſich wieder bis zu ihrer vorigen Weite zuſammen, und ſchieben eine der hineingepreßten gleiche Blutmenge, in die entlegenen Theile dieſer Schlagadern und ihre Veräſtelungen hinein. Hört aber die Wirkung der Aorta und der ihr nächſten Schlagadern auf, ſo iſt die Herzkammer wieder im Zuſammenziehen begriffen, und wirkt nun wieder auf die ganze Blutmaſſe in den Arterien vorwärts treibend, mit dem Ueberſchuſſe ihrer Kraft über den der Elaſticität der aufſchwellenden Arterienſtämme. Daher wird das Blut in den entlegenern Theilen der Arterien immerfort mit ziemlich gleicher Kraft vorwärts bewegt, abwechſelnd durch die ſich verengernde linke Herzkammer, und die geſpannte in den Zwiſchenzeiten ſich wieder zuſammenziehenden Stämme der Aorta und der nächſten großen Schlagadern. Aus dieſem Grunde läßt ſich nicht erwarten, in dieſen entlegenern Theilen der Arterien ein abwechſelndes, dem Herzſchlag entſprechendes Anſchwellen und Zuſammenziehen wahrzunehmen; dieſes findet nur in der Aorta und den ihr nächſten großen Arterienſtämmen ſtatt, welche während des Zuſammenziehens der linken Herzkammer anſchwellen, und während des Erweiterns derſelben ſich zuſammenziehen müſſen. Wenn man ſie, und nicht die entlegenen Schlagadern entblößte, ſo

würde man eine ſolche abwechſelnde ſchwellende und zuſammenſinkende Bewegung derſelben unſtreitig wahrnehmen. Zugleich erhellt aber auch hieraus, warum man nur an Verengerungen entlegener Arterien den Puls fühlen kann.

Nach Verſuchen, auf welche ſich Herr Araldi *) beziehe, ſteige das Blut in einer nahe bey der Aorta angebrachten Röhre bis zu einer Höhe von 9 Fuß; eine Druckhöhe, welche faſt dem dritten Theile der des Luftdrucks in unſern Gegenden gleich ſey, und ungefähr eine Kraft von 5 Pfunden vorausſetze, womit jeder Quadratzoll Oberfläche der Aorta im Mittel von innen ſtärker als von außen her gedruckt werde, und alſo auch in ihrem Drucke gegen das Blut, den Luftdruck überwiege. Noch bedeutend ſtärker müſſe der Druck ſeyn, den die linke Herzkammer beym Zuſammenziehen gegen das Blut äußere. Zu einem Waſſerſtande von 9 Fuß Höhe über eine kleine Oeffnung eines Gefäßes gehöre eine Geſchwindigkeit des Ausſtrömens von 24 Füßen; dieſes würde daher die Geſchwindigkeit des Blutes in den Arterien und Venen ſeyn, litte es in ihnen in ſeiner Bewegung kein Hinderniß. Ebenfalls nach Verſuchen, welche Herr Araldi anführe, betrage aber die wirkliche Geſchwindigkeit, womit ſich das Blut in der Aorta nahe beym Herzen fortbewege, nur $\frac{5}{6}$ bis 1 Fuß. Von der bewegenden Kraft, mit welcher das Blut von dem Herzen in die Schlagadern getrieben werde, gehe alſo bey weitem der größte Theil in ihnen verloren. Urſachen davon ſeyen: erſtens das Nachgeben der elaſtiſchen Wände der vom Blute ſtark geſpannten Aorta und der nächſten Schlagadern bey derſelben; dieſer Verluſt ſey aber ſchon abgerechnet, da die beobachtete Druckhöhe nicht zu dem Druck der linken Herzkammer ſelbſt, ſondern zu dem mittleren Druck einer Schlagader unweit der Aorta gehörte; zweytens die Reibung des Blutes gegen die Wände der bis zu Capillargefäßen ſich verengernden, dabey aber doch ſich ſo veräſtelnden Arterien, daß die Summe der

*) Memor. della socie. Itali. delle scien. Tom. XI. u. XV. 1810.

Mündungen aller dieſer Haargefäße größer als der Querſchnitt der Aorta ſeyn ſolle; drittens endlich die Haarröhrchenkraft, mit welcher die Mündungen dieſer Haargefäße die in ihnen enthaltene Flüſſigkeit zurückhielten, und dem Ausfließen aus dieſen Mündungen entgegen wirkten. Je weniger die zweyte Urſache die Geſchwindigkeit des Bluts in den Arterien bis auf $\frac{1}{24}$ der, welche der Druckhöhe in der Aorta entſpreche, zu vermindern vermöge, deſto mehr müſſe dieſe dritte Urſache daran Theil haben. Man ſehe daher, daß er wohl nicht mit Unrecht der Haarröhrchenkraft der venöſen Haargefäße es zuſchreibe, daß die durch die ſaugende Wirkung des Vorhofs etwas entleerten Venen, ſchnell wieder von Blut und Lymphe eben ſo ſchnell gefüllt würden, als ſie es zuvor geweſen. Dieſe das Blut in den Arterien-Veräſtelungen mächtig zurückhaltende, und die etwas entleerten Blut- und Lymphgefäße ſchnell wieder füllende Haarröhrchenkraft ſpiele daher in der Oekonomie des thieriſchen Körpers eine ſehr wichtige Rolle. In den Arterien mindere ſie die zu große Geſchwindigkeit, welche das Herz dem Blute ertheile, und mache, daß es langſam genug aus ihren Haargefäßen austrete, um zu den Funktionen benutzt werden zu können, zu welchen es beſtimmt ſey; und in den Venen, und Lymphgefäßen komme ſie durch beſtändiges Aufſaugen und durch Füllen derſelben vermöge ihrer Veräſtelungen, der ſaugenden Wirkung des Herzens zu Hülfe, mache dieſe bleibend möglich, leite die nährenden Prozeſſe ein, und verhindere Unordnungen, die durch Ergießungen von Flüſſigkeiten in das Zellgewebe, und in die Zwiſchenräume der feſten Körper entſtehen würden.

(Zuſ. z. S. 417. Th. I.). Die Herren Lemery und Menghini hatten durch chemiſche Verſuche bewieſen, daß in dem Blute Eiſen ſich befinde, und von dieſer Zeit an haben die meiſten Chemiker die rothe Farbe des Bluts dem Eiſen zugeſchrieben. Da aber das Eiſen von den thieriſchen Flüſſigkeiten nicht aufgelöſet wird, ſo ſuchten die Chemiker in dem Blute einen Körper aufzufinden, der

es darin auflöslich mache. Einige glaubten dieſen in dem freyen Alkali zu entdecken; andere, als Sage, Gren u. ſ. vermutheten, das Eiſen ſey im Blute an Phosphorſäuren gebunden, und Fourcroy mit Vauquelin behauptete, daß baſiſches phosphorſaures überoxygenirtes Eiſen das färbende Princip des Blutes ſey; dagegen glaubte Herr Berzelius, daß im Blute wirklich metalliſches Eiſen ſich befinde. Um dieſe Meinungen, welche ſich auf Thatſachen gründeten, einer genauen Prüfung zu unterwerfen, unternahm es Herr Brande [α]), neuere Verſuche darüber anzuſtellen, welche ihm folgende Reſultate gaben: der färbende Stoff des Blutes enthalte durchaus kein Eiſen, ſondern er ſey vielmehr eine beſondere thieriſche Materie. Herr Vauquelin [β]) prüfte Brande's Verſuche, und glaubte ſie, als vollkommen richtig gefunden und dadurch eine wichtige Entdeckung in der Chemie und Phyſiologie gemacht zu haben. Nach Vauquelin ſind die vorzüglichſten Eigenſchaften der rothfärbenden Subſtanz des Blutes folgende:

1. Sie iſt ohne merklichen Geruch und Geſchmack.

2. Wird ſie im Waſſer zerrührt, ſo giebt ſie dieſem eine Weinfarbe, löſet ſich aber nicht auf.

3. Trocken ſcheint ſie ſchwarz, wie Gagat zu ſeyn, und hat denſelben glänzenden Bruch, als dieſer Körper.

4. Auch löſet ſie ſich in dem trockenen Zuſtande willig in den Säuren und Alkalien auf, wodurch eine purpurrothe Farbe entſteht.

5. Wird ſie in einem verſchloſſenen Gefäße erhitzt, ſo verliert ſie weder Farbe noch Geſtalt, und verbreitet dabey einen ähnlichen Geruch als die thieriſchen Materien.

Durch dieſe Arbeiten der Herren Brande und Vauquelin wurde abermals Herr Berzelius [γ]) von neuem aufgemuntert, nicht allein die Verſuche jener Herren zu

---

α) Philosoph. Transact. for 1812.

β) Annales de chemie et de phys. Tom. I. p. 9. Janv. 1816.

γ) Ebendaſ. Tom. V. p. 42. 199.

wiederholen, ſondern auch das Blut einer genauen chemiſchen Analyſe nochmals zu unterwerfen. Sein Zweck betraf vorzüglich folgende beyde Fragen: 1. enthält der färbende Stoff des Bluts Eiſen, oder nicht? und 2. was trägt das Eiſen, das er enthält, dazu bey?

In Anſehung der erſten Frage entſchieden ſeine Verſuche dahin, daß der Farbeſtoff des Blutes aus 100 Theilen beym Einäſchern $\frac{7}{10}$ Theile rothes Eiſenoxyd giebt, und daß er folglich $\frac{1}{2}$ Procent metalliſches Eiſen enthalten muß. Aus dieſen ſeinen Verſuchen konnte er nämlich die ſichere Folge ziehen, daß der Farbeſtoff des Bluts, das Eiſen, welches einen ſeiner Beſtandtheile ausmacht, und in der Aſche deſſelben gefunden wird, ſelbſt dann zurückbehält, wenn Reagentien, welche ihn zu zerſtören ſtreben und das Eiſen aufzulöſen vermögen, auf ihn einwirken.

Was die zweyte Frage betrifft: ob das Eiſen einigen Antheil an der Farbe des Blutes hat? ſo laſſe ſich darüber ſehr ſchwer mit einiger Zuverläſſigkeit entſcheiden: doch hätten wir eben ſo wenig Gründe dieſes zu verneinen, als es zu bejahen. Daß das Eiſen nicht auf die Art, wie man geglaubt, nämlich als Oxyd im Blut aufgelöſet, das Blut färbe, falle in die Augen; die Gegenwart deſſelben im Farbeſtoffe des Blutes könne aber deſſen ungeachtet von einem Einfluſſe für die Farbe ſeyn. Der Farbeſtoff komme in den mehreſten ſeiner Eigenſchaften mit dem Faſerſtoff und dem Eyweißſtoff überein, und unterſcheide ſich von ihnen blos durch ſeine Farbe und ſeinen Eiſengehalt. Noch mehr gleiche er (bis auf die Farbe) der Kryſtallinſe des Auges, in deren Aſche ſich aber nur Spuren von Eiſen finden, indeß die ſchwarze Materie, mit der die Choroidea des Auges überzogen ſey, eine rothe Aſche gebe, welche eine ſehr große Menge Eiſen enthalte.

Herr Berzelius glaubt, daß dies hinreiche, darzuthun, daß der Farbeſtoff des Blutes ſich von den farbenloſen thieriſchen Stoffen durch die Menge des Eiſens unterſcheide, welche ſich in der Aſche deſſelben finde, und

Digitized by Google

daß es nicht ganz unwahrſcheinlich ſey, daß dieſes Eiſen zu der dunkeln Farbe deſſelben beytrage.

Herr Vauquelin ſcheine bey ſeiner Prüfung der angeführten Entdeckung des Herrn Brande den Farbeſtoff nicht eingeäſchert zu haben, und nur, nachdem dieſes geſchehen ſey, laſſe ſich das Eiſen, welches er enthalte, darſtellen. Herr Brande habe dies zwar gethan, daß er aber in der Aſche dennoch nur Spuren von Eiſen gefunden habe, die ſich der Wahrnehmung faſt entzogen hätten, ſey ſchwer zu erklären, und er enthalte ſich hierüber aller Bemerkungen.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIX. S. 344. f. B. LVII. S. 105. ff.

Boraxſäure (Zuſ. z. S. 423. Th. I) Daß dieſe Säure in der Natur in feſter Geſtalt gefunden wird, hat ſich aufs vollkommenſte beſtätiget. Der Herr D. Saunders *) überſchickte der geologiſchen Societät zu London mehrere Mineralien von den lipariſchen Inſeln. Unter dieſen fanden ſich einige Stücke von ſchuppigen Anſehen, welche der Boraxſäure glichen. Das größte Stück war rechtwinklich geſchnitten, 7 bis 8 Zoll lang und 5 bis 6 Zoll breit, und ſchien von einer ſehr großen Maſſe genommen zu ſeyn. Die mehreſten Stücke waren an der einen Seite mit einer Rinde von Schwefel bedeckt, und ihr ſchuppiger Theil war gelber als reine Boraxſäure zu ſeyn pflegt. Smithſen erhitzte dieſen in einer Glasröhre, und fand, daß, nachdem das Waſſer abgetrieben war, ſich Schwefel ſublimirte, und daß der Rückſtand reine Boraxſäure war.

Die mit Schwefelſäure gefüllte Boraxſäure in einer Boraxauflöſung behält ſtets einen beträchtlichen Hinterhalt von Schwefelſäure, welcher ſich durch häufiges Waſchen mit kaltem Waſſer nicht ganz wegnehmen läßt. Um dieſe gänzlich wegzunehmen, iſt das ſicherſte Mittel dies,

*) Transactions of the geological society. Lond. 1811.

Digitized by Google

daß man die Boraxſäure 15 bis 20 Minuten in einem heſſiſchen Schmelztiegel im Fluß erhält.

Ueber die Natur und Miſchung der Boraxſäure iſt man lange Zeit in Ungewißheit geweſen, bis endlich im Jahr 1808 die beyden Herren Gay-Luſſac und Thenard α) die Entdeckung machten, daß die Boraxſäure aus einem eigenen verbrennlichen Radical (Boron, Boracium, Bore, Boron) und dem Sauerſtoff zuſammengeſetzet ſey. Sie wurde zuerſt durch ſie dadurch zerſetzt, daß ſie dieſelbe mit Kalium in einer kupfernen Röhre glüheten.

Faſt um dieſelbe Zeit beſchäftigte ſich auch Herr Davy β) in London mit der Zerſetzung und Wiederzuſammenſetzung der Boraxſäure. Er ließ nämlich eine galvaniſche Batterie von 500 Plattenpaaren auf Boraxſäure, die mit Waſſer genäßt war, durch Platindrähte wirken; dadurch bildete ſich ſogleich ein Körper von olivenbrauner Farbe an der negativen Oberfläche, der ſich allmählich verdickte und zuletzt ſchwarz erſchien. Nachdem nun Herr Davy die Methode erfahren hatte, welche die Herren Gay-Luſſac und Thenard gebraucht hatten, die Boraxſäure zu zerſetzen und wiederherzuſtellen, ſo fand er, daß der an der negativ elektriſirten Oberfläche abgeſetzte dunkelgefärbte Körper die Baſis der Boraxſäure, oder das Boron, ſey.

Um das Boron in hinreichender Menge zu erhalten, muß man die Boraxſäure längere Zeit der Rothglühehitze ausſetzen, alsdann pulvern, und mit einem gleichen Gewichte Kalium oder Natrium in einer kupfernen oder eiſernen Röhre heftig glühen. Die aus dem Feuer erhaltene Maſſe wäſcht man nach Gay-Luſſac und Thenard, nachdem ſie erkaltet iſt, wiederholt mit Waſſer, bis ſie aufgelöſet iſt, oder ſich losgeweicht hat. Alles zum Abwaſchen gebrauchte Waſſer läßt man ruhig ſtehen, gießt alsdann die überſtehende Flüſſigkeit ab, und wäſcht den

α) Mémoires d'*Arcueil*. Vol. II. p. 311 sqq. und Recherches physico-chimiques. Vol. I. p. 276. sqq.

β) Philosoph. Transact. for 1809.

Digitized by Google

Niederſchlag ſo lange aus, bis die Flüſſigkeit den Veilchenſyrup nicht mehr grün färbt. Das zurückbleibende Boron trocknet man in einer Kapſel und verwahret es vor dem Zutritt der Luft.

Nach Davy wird die aus dem Feuer erhaltene Subſtanz mit verdünnter Salzſäure ſo lange gewaſchen, bis nichts weiter, als ein dunkel gefärbtes Pulver übrig bleibt, welches in der Rothglühehitze getrocknet, das Boron giebt.

Das Boron hat folgende Eigenſchaften: Von Farbe iſt es grünlichbraun, iſt feuerbeſtändig, und unauflößlich im Waſſer. Es iſt ohne Geſchmack, und reagirt weder auf Lakmustinktur noch auf Veilchenſyrup. Wenn es mit Salpeter oder mit überoxygenirt-ſalzſaurem Kali vermengt, in einen glühenden Tiegel geworfen wird, ſo entſteht ein lebhaftes Verbrennen, bey welchem Boraxſäure eines der Produkte des Verbrennens iſt.

Das Verhältniß des Boron zum Sauerſtoffe in der Boraxſäure iſt von verſchiedenen Chemikern auf verſchiedene Art beſtimmt und angegeben worden. Gay-Luſſac und Thenard ſchloſſen aus ihren Verſuchen, daß 100 Theile Boron ſich mit 50 Theile Sauerſtoff verbinden, um Boraxſäure darzuſtellen, oder daß 100 Theile Boraxſäure zuſammengeſetzet ſind aus 66,667 Boron und 33,333 Sauerſtoff. Nach Davy beſteht die Boraxſäure aus 100 Theilen Boron und 200 Theilen Sauerſtoff (alſo gerade das umgekehrte Verhältniß von dem, welches Gay-Luſſac und Thenard fanden), nämlich in 100 Theilen 66,667 Sauerſtoff und 33,333 Boron. Nach Berzelius enthält die Boraxſäure 73,18 Sauerſtoff und 26,82 Boron.

Braunſteinmetall (Zuſ. z. S. 424. Th. I.). Gahn hatte zwar im Jahre 1774 gezeiget, daß der Braunſtein eine eigene metalliſche Subſtanz enthalte, aber erſt 30 Jahre nach ihm wurde dies Metall rein von John dargeſtellt, und von demſelben Mangan (Manganium) genannt. Auch hat es den Namen Manganes, Man-

ganeſium. Man erhält dies Metall ganz rein, wenn man eiſenfreyes Manganoxyd (Braunſtein) mit Kohlenpulver vermengt in einen mit Kohlenpulver ausgefütterten irdenen Schmelztiegel 1 Stunde lang der Weißglühehitze ausſetzt.

M. ſ. Gehlen's Journal für Chemie und Phyſik. B. III. S. 452. ff.

Brechbarkeit des Lichtes (Zuſ. z. S. 428. Th. I.). Der Herr v. Goethe hatte in ſeinem bekannten Werke über die Farbenlehre Newton's bisher allgemein als richtig angenommene Lehre wankend zu machen geſucht. Als einen der ſtärkſten Beweiſe gegen Newton's Theorie ſieht er die unmittelbare Beobachtung der Brechbarkeit der Farben im Waſſer an. Er macht ſchon auf einen Verſuch aufmerkſam, den ein Phyſiker, Namens Lucas, zu Newton's Zeit gemacht hatte, und verlacht das, was Newton darauf geantwortet hatte. Hierauf giebt er folgenden Verſuch an, und hält ſich für überzeugt, daß dieſer hinreiche, das ganze Gebäude der Newton'ſchen Theorie umzuſtoßen: man nehme nämlich zwey, etwa ellenlange, runde Stäbchen, von der Stärke eines kleinen Fingers; das eine werde blau, und das andere orange angeſtrichen; man befeſtige ſie an einander, und lege ſie ſo neben einander ins Waſſer. Wären dieſe Farben verſchiedentlich brechbar, ſo müßte das eine mehr als das andere, nach dem Auge zu, gebogen erſcheinen, welches aber nicht geſchehe.

Dieſen vom Herrn v. Goethe gemachten Einwurf gegen Newton's Theorie hat der Hr. Prof. Prevoſt *) ſehr gründlich widerlegt. Er bemerket zuerſt ganz richtig, die farbigen Strahlen könnten durch ihre verſchiedene Brechbarkeit von einander entfernet werden, ohne daß darum dies Entfernen ſichtbar ſeyn müſſe. Nachher zeiget er durch einen Verſuch, daß ſich mit gehöriger Vorſicht die verſchiedene Brechbarkeit der farbigen Lichtſtrahlen durch Waſſer hinlänglich ſichtbar machen laſſe. Bringe

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLIX. S. 393. ff.

Digitized by Google

man nämlich in Waſſer, an die Stelle, welche ein rother Punkt einnahm, einen blauen, ohne die Stellung des Auges zu verändern, ſo könne, weil das Licht des letztern ſtärker gebrochen werde, der Gang der rothen und blauen Strahlen, welche durch Brechung in das Auge gelangen, nicht derſelbe ſeyn. Der blaue müſſe unter einem kleinern Einfallswinkel auf die Oberfläche des Waſſers fallen, und könne in der Luft den rothen Strahl ſchneiden. Die Stelle ihres Durchkreuzungspunktes für zwey gegebene Einfallspunkte hänge von der Tiefe ab, in welcher der farbige Punkt ſich unter der Oberfläche des Waſſers befinde; aber ſelbſt bey den günſtigſten Umſtänden ſey der Durchkreuzungswinkel dieſer verſchiedenfarbigen Strahlen immer nur ſehr klein. Er laſſe ſich etwas größer als 1 Grad erhalten. Um ihn wahrnehmbar zu machen, hat Herr Prevoſt verſchiedene Apparate eingerichtet. Einer von dieſen beſteht aus einer 15 Zoll langen und 1 Zoll weiten Glasröhre, welche ſo auf einem Fuße ſteht, daß ſie ſich beliebig neigen läßt. Sie iſt ganz mit einer ſchwarzen Hülle überzogen, das untere zugeſchmelzte Ende ausgenommen, welches das Licht zu dem Gegenſtande hinzulaſſen muß, den man in das Innere der Röhre legt. Dieſer Gegenſtand beſteht aus einem kleinen Papierſtreifen, der ſeiner Länge nach halb roth, halb blau iſt, und den man auf dem Boden der Röhre horizontal auf einer ſchwarzen Unterlage legt. Die Röhre wird dann voll Waſſer gefüllt, und ſo weit geneigt, als dies geſchehen kann, ohne daß man aufhört das farbige Papier deutlich zu ſehen; ihre Neigung betrug alsdann ungefähr 43 Grade. Man erleuchtet nun den ſo zubereiteten Gegenſtand ziemlich ſtark, und hält durch einen kleinen Schirm das Licht von dem obern Theil der Röhre ab, weil die Zurückwerfung an der Oberfläche des Waſſers ſtörend iſt. Endlich nähert man das Auge der Oberfläche des Waſſers geradezu, oder indem man durch eine kleine Oeffnung hindurch ſieht.

Auf dieſe Art zeigen ſich die verſchiedenfarbigen Helften des Streifens gerade ſo, als wenn man ſie durch ein

ſehr ſchwach brechendes Prisma betrachtet. Jede der beyden Helften hat Herrn Prevoſt immer ein Farbenſpektrum gezeiget; ein Umſtand, der beweiſet, daß die Farben, mit welchen ſie angemalt ſind, eine Zerlegung bey der Brechung erleiden. Beſtimmt aber erſchien das Blau höher als das Roth. Es ward alſo die Farbenzerſtreuung mittelſt einer einzigen Brechung im Waſſer unmittelbar bewerkſtelliget, und dadurch der Herr v. Goethe völlig widerleget.

Die Schwierigkeit, bey einer einzigen Brechung des Lichtes, wenn es aus Waſſer in Luft tritt, eine Farbenzerſtreuung ſichtbar zu machen, veranlaßte Herrn Prevoſt, andere brechende Mittel in dieſer Hinſicht zu unterſuchen; allein er fand, daß hiebey dieſelbe Schwierigkeit ſich zeige, wie beym Waſſer.

Brechung der Lichtſtrahlen (Zuſ. z. S. 432. Th. I.). Man glaubt gewöhnlich, daß Alhazen ſeine Optik faſt gänzlich aus des Ptolemäus Optik entlehnet habe, und daß letzteres Werk als das vollſtändigſte der Alten verloren gegangen ſey. M. ſ. Katoptrik Th. III. S. 82. Allein der Herr v. Humboldt fand in des Herrn la Place Mécanique céleste die Optik des Ptolemäus, nach einem lateiniſchen Manuſcripte der Bibliothek des damaligen Kaiſers Napoleon rühmlichſt erwähnt, und bat den Herrn Delambre, dies Manuſcript genauer zu unterſuchen. In dieſer Bibliothek befanden ſich zwey ins lateiniſche überſetzte Handſchriften von Ptolemäus Optik. Die eine Handſchrift, welche Herr Delambre unterſuchet hatte, war voller Lücken. Das fünfte Buch, welches von den merkwürdigſten Phänomenen der Strahlenbrechung handelt, iſt nach Herrn Delambre das merkwürdigſte. Er bemerket, daß man darin gut angeſtellte phyſikaliſche Verſuche finde, welches bey den Alten ohne Beyſpiel iſt. Ptolemäus fängt mit dem bekannten Verſuche mit einer Münze an, die ſo in einem Gefäße liegt, daß der Rand ſie zu ſehen hindert, und welche ſichtbar wird, ſobald man das Gefäß voll

Waſſer gießt. Um die Winkelgröße zu meſſen, um welche der Strahl gebrochen wird, gebrauchet Ptolemäus eines in 360° eingetheilten Kreiſes, den er ſenkrecht ins Waſſer ſtellt, ſo daß der Mittelpunkt deſſelben, in welchem ein farbiges Stiftchen befeſtiget iſt, ſich an der Oberfläche des Waſſers befindet. Der Kreis hat zwey Indices, von welchen der eine längs des eingetauchten, der andere längs des über dem Waſſer befindlichen Halbkreiſes beweglich iſt. Den erſtern ſtellt er in einer beliebigen Entfernung von dem ſenkrechten Durchmeſſer, und verſchiebt den letztern, bis der Geſichtsſtrahl durch beyde Indices und das Stiftchen im Mittelpunkt geht. Dann ſieht er nach, wie viel Theile der Eintheilung die Bogen enthalten, welche zwiſchen dem ſenkrechten Durchmeſſer und jedem der Indices enthalten ſind. Auf dieſe Weiſe hat Ptolemäus ſeine Tafel der Brechungswinkel im Waſſer für die verſchiedenen Einfallswinkel von 10 zu 10 Grad bis 80° zu Stande gebracht. Mit demſelben Apparate läßt ſich die Brechung der Strahlen aus Glas in Luft beſtimmen; Ptolemäus giebt für alle Winkel in der Luft von 10 zu 10 Graden die ihnen entſprechenden Winkel im Glaſe. Endlich hat er auch die Brechung aus Glas in Waſſer beſtimmt. Zur Erklärung der Strahlenbrechung beſchreibt Ptolemäus dieſelbe Figur, auf welche Caſſini ſeine ganze Theorie gegründet hat. Er nimmt, wie Caſſini, an, es müſſe irgend ein feſtes Verhältniß zwiſchen dem Einfallswinkel und dem Brechungswinkel ſtatt finden; weiter geht er aber nicht. Wäre er auf die Idee gekommen, die doppelten Sehnen der Winkel, welche er in ſeiner Tafel giebt, gehörig mit einander zu vergleichen, ſo würde er wahrſcheinlich das feſte Verhältniß, welches er ſuchte, und folglich das Geſetz der Strahlenbrechung gefunden haben.

Wenn das Licht aus einer ſtärker brechenden Materie in eine weniger brechende übergeht, ſo war ſchon längſt ſowohl aus der Theorie als aus der Erfahrung bekannt, daß der auf der brechenden Fläche einfallende Strahl

nur bis zu einer gewiſſen Grenze gebrochen, alsdann aber zurückgeworfen wird. Die Umſtände, unter welchen die Brechung in eine gänzliche Zurückwerfung übergeht, hat la Place *) umſtändlicher und genauer, als vor ihm geſchehen war, entwickelt. Herr la Place nimmt mit Newton die Vorausſetzung, daß das Licht, welches aus einer materiellen Subſtanz in eine andere damit ſpecifiſch verſchiedene übergeht, von ſeiner Richtung durch die Anziehung, welche die andere Subſtanz in unmerklich kleinen Entfernungen (d. h. in der Berührung) äußert, abgelenket werde. Hiernach würde alſo, Newton's Sinne gemäß, das Brechungsvermögen die gänzliche Zunahme des Quadrats der Geſchwindigkeit, oder der lebenden Kraft des Lichtes ſeyn, nachdem es die ganze Einwirkung des durchſichtigen Körpers erlitten hat. Die Größe dieſer brechenden Kraft, ſagt Herr la Place, iſt in verſchiedenen durchſichtigen Körpern nicht dieſelbe, und den Dichtigkeiten derſelben nicht proportional. Es ſey aber möglich, daß die Funktion der Entfernung, welche die Einwirkung der Körper auf das Licht ausdrucke, für jeden verſchieden ſey; es könnte aber auch ſeyn, daß ſie für alle dieſelbe wäre, und in den verſchiedenen Körpern in weiter nichts abwiche, als in einem für die einzelnen Körper beſtändigen, nach der Verſchiedenheit ihrer Natur aber verſchiedenen, Coefficienten, womit ihre Dichtigkeit multipliciret würde. In beyden Fällen ſey die ganze Einwirkung der Körper auf das Licht dieſelbe, und da in der Rechnung nur das ganze Reſultat dieſer Einwirkung mit eingehe, ſo laſſe ſich die zweyte Vorausſetzung als die einfachſte annehmen. Der beſtändige Coefficient könne dann die verhältnißmäßige Intenſität der Wirkung der Körper auf das Licht, oder ihr Brechungsvermögen vorſtellen. Es ſey alſo der Exponent des Brechungsverhältniſſes aus einer durchſichtigen Materie in eine andere damit ſpecifiſch verſchiedene $= \mu$, ſo iſt die brechende Kraft der letztern

---

*) Mécanique céleste. To. IV. p. 241.

Digitized by Google

$= \mu^2 - 1$, und das ſpecifiſche Brechungsvermögen derſelben $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$, wenn d ihre Dichtigkeit vorſtellet. Dieſen Betrachtungen zu Folge laſſen ſich die brechenden Kräfte der verſchiedenen Körper, ſie mögen durchſichtig oder undurchſichtig ſeyn, auf Formeln bringen, welche die Umſtände näher beſtimmen, unter welchen bey den durchſichtigen und undurchſichtigen Körpern eine Zurückwerfung des Lichtes ſtatt hat, wenn nämlich das Licht aus einer Materie von größer brechenden Kraſt in eine andere von geringer brechenden Kraſt übergeht.

Es ſtellen (Fig. 25.) AB, BC und AC drey Ebenen vor, von welchen die beyden erſtern die dritte AB, welche als Grundebene betrachtet, und horizontal vorgeſtellet werden kann, unter den gleichen Winkeln BAC und BCA $= \alpha$ ſchneiden. Der Raum ABC zwiſchen dieſen drey Ebenen ſey mit einer das Licht ſtärker brechenden Materie ausgefüllt, als die außerhalb deſſelben befindliche Materie. An den beyden Seitenebenen AB und BC befinde ſich nämlich Luft, und unter der Grundebene AC irgend eine andere Subſtanz. Fällt nun in der Ebene des Neigungswinkels ein Strahl NE auf die Fläche BC ſchief auf, ſo wird er nach EL hin gebrochen, wo er die Grundebene in dem Punkte L trifft. Es ſeye FD und KM die Neigungslothe für die Stellen E und L, und der Einfallswinkel NED $= \beta$; und der gebrochenen Winkel FEL $= \gamma$, ſo wie der Winkel KLE $= \delta$. Wird nun das Brechungsverhältniß aus Luft in das in dem Raume ABC befindliche brechende Mittel $= \mu : 1$ geſetzt, ſo hat man $\sin.\beta : \sin.\gamma = \mu : 1$, mithin $\mu \sin.\gamma = \sin \beta$. Man ſetze ferner das Brechungsverhältniß aus Luft in die unter der Grundebene AC befindliche materielle Subſtanz $= v : 1$, ſo iſt das Verhältniß für die Brechung aus der in dem Raume ABC befindlichen Materie in die unter der Grundebene AC befindliche $= v : \mu$, und es fängt, wie bekannt, der Lichtſtrahl an, von der Grundebene zurückgeworfen

Digitized by Google

zu werden, wenn $\sin.\delta = \frac{v}{\mu}$ iſt, und dies dauert fort, bis $\sin.\delta = 1$ iſt. Hier iſt es nun, wo die genauere Beſtimmung des Herrn la Place ſtatt findet. Nämlich von $\sin.\delta = \frac{v}{\mu}$ an bis zu $\sin.\delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$ wird der Strahl ſo zurückgeworfen, daß er über die Grundebene AC hinausgeht, und in die unter der Grundebene AC befindliche Materie eindringt; von $\sin.\delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$ an bis $\sin.\delta = 1$ aber wird der Lichtſtrahl ſo zurückgeworfen, daß er gar nicht über die Grundebene AC hinauskommt, und die unter ihr befindliche Materie erreicht. Hiebey bemerket nun Herr la Place, daß man zwey Fälle wohl zu unterſcheiden habe, nämlich einmal, wo der unter der Grundebene AC befindliche Körper ein durchſichtiger, und das andere mal, wo er ein undurchſichtiger Körper iſt. Im erſtern Falle nämlich hat man für die Grenze der Brechung und Zurückwerfung $\sin.\delta = \frac{v}{\mu}$, im andern Falle aber $\sin.\delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$, weil nämlich der undurchſichtige Körper von $\sin.\delta = \frac{v}{\mu}$ an bis zu $\sin.\delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$ das in ihm eindringende Licht verſchluckt, alſo keine Zurückwerfung deſſelben ſtatt finden kann.

Man nehme nun an, daß $\sin.\delta$ einen der beyden zuletzt angeführten Werth beſitze, mithin die Zurückwerfung des Lichtes von der Grundebene AC erfolge, und daß LI der zurückgeworfene Strahl ſey, welcher alsdann nach

Digitized by Google

HO wieder in die Luſt gebrochen werde, ſo iſt HLK = KLE = δ, und es iſt leicht zu begreifen, daß bey der Vorausſetzung des Winkels A = C = α, auch der Winkel LHI = FEL = γ, und GHO = NED = β ſeyn müſſe.

Da in dem Vierecke FLCE die beyden Winkel FLC und FEC rechte Winkel ſind, ſo werden auch die beyden übrigen Winkel EFL + BCA = EFL + EFK zweyen rechten Winkeln gleich ſeyn müſſen; folglich iſt BCA = EFK = α = FLE + FEL = $\gamma + \delta$, und $\gamma = \alpha - \delta$. Weil nun $\mu \sin . \gamma = \sin . \beta$ war, ſo erhält man die Gleichung $\mu . \sin . \alpha . \cos . \delta - \mu \cos . \alpha . \sin \delta = \sin . \beta$; für den Fall aber, wenn die unter der Grundebene AC befindliche Materie durchſichtig iſt, war $\sin . \delta = \frac{v}{\mu}$, mithin $\mu . \sin . \delta = v$, und $\mu . \cos . \delta = \sqrt{(\mu^2 - v^2)}$, mithin verwandelt ſich jene Gleichung in dieſe

$$\sin . \alpha \sqrt{(\mu^2 - v^2)} - v . \cos . \alpha = \sin . \beta;$$

für den Fall hingegen, wo die unter der Grundebene AC befindliche Materie undurchſichtig iſt, war $\sin . \delta = \frac{\sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}}{\mu}$, alſo $\mu \sin . \delta = \sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)}$, und $\mu \cos . \delta = \sqrt{\left(\frac{\mu^2 - v^2}{2}\right)}$, und jene Gleichung verändert ſich in dieſe:

$$\sin . \alpha \sqrt{\left(\frac{\mu^2 - v^2}{2}\right)} - \cos . \alpha . \sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)} = \sin . \beta.$$

Aus der erſten Gleichung findet man den Werth von $v = -\cos . \alpha . \sin . \beta + \sin . \alpha \sqrt{(\mu^2 - \sin . \beta^2)}$; denn aus $\sin \alpha \sqrt{(\mu^2 - v^2)} - v . \cos . \alpha = \sin . \beta$ erhält man $\sin \alpha \sqrt{(\mu^2 - v^2} = \sin \beta + v . \cos . \alpha$ und

$\sin . \alpha^2 (\mu^2 - v^2 = \sin . \beta^2 + 2 v \sin . \beta . \cos . \alpha + v^2 \cos . \alpha^2$, oder

$\mu^2 \sin . \alpha^2 = \sin . \beta^2 + 2 v . \sin . \beta . \cos . \alpha + v^2 (\cos . \alpha^2 + \sin . \alpha^2)$, oder

$\mu^2 \sin.\alpha^2 - \sin.\beta^2 = v^2 + 2 v \sin.\beta \cos.\alpha$, weil $\cos.\alpha^2 + \sin.\alpha^2 = 1$ iſt, mithin $v =$

$$\frac{-2 \sin.\beta.\cos.\alpha + \sqrt{4(\mu^2 \sin \alpha^2 - \sin.\beta^2 + \sin.\beta^2.\cos.\alpha^2)}}{2}$$

$$= - \sin.\beta.\cos.\beta + \sqrt{[\mu^2 \sin.\alpha^2 - \sin.\beta^2 (1 - \cos.\alpha^2)]}$$
$$= - \sin.\beta.\cos.\alpha + \sqrt{[\sin.\alpha^2 (\mu^2 - \sin.\beta^2)]}$$
$$= - \sin.\beta.\cos.\alpha + \sin.\alpha \sqrt{(\mu^2 - \sin.\beta^2)}$$

Eben ſo findet man aus der andern Gleichung

$$\sin.\alpha \sqrt{\left(\frac{\mu^2 - v^2}{2}\right)} - \cos.\alpha \sqrt{\left(\frac{\mu^2 + v^2}{2}\right)} = \sin.\beta$$

den Werth von $v = \sqrt{(-\mu^2 - 2 \sin.\beta^2)} \cos.2\alpha + 2 \sin.\beta \sin.2\alpha \sqrt{(\mu^2 - \sin.\beta^2)}$.

Die negativen Werthe, welche dieſes unreinen quadratiſchen Gleichungen geben würden, ſind hier gar nicht angezeiget, weil die Betrachtung des Entgegengeſetzten bey den Werthen von v gänzlich wegfällt.

Alle dieſe Beſtimmungen finden ihre Anwendungen ſowohl bey dreyſeitigen als auch bey vierſeitigen Prismen, es müſſen nur, wie angenommen worden, die beyden Seitenflächen gegen die Grundfläche unter dem gleichen Winkel α geneigt ſeyn. Weiß man nun, wie groß α und μ iſt, und beobachtet alsdann β, ſo läßt ſich der Werth von v nach einer der vorigen Gleichungen finden.

Um nun die verſchiedenen Körper ſowohl durchſichtige als undurchſichtige in Anſehung ihrer Brechungskräfte zu unterſuchen, muß man ſie in die nöthige Berührung mit der Grundfläche des Prisma in Berührung bringen. Dies kann bey liquiden oder ſchmelzbaren Körper ſehr leicht geſchehen; bey feſten Körpern hingegen muß man irgend eine Flüſſigkeit, oder einen durchſichtigen Kitt zwiſchen denſelben und der Grundfläche des Prisma bringen. Wenn nun die Grundfläche des Prisma und die Oberfläche des darunter gebrachten Körpers recht glatt ſind, ſo kann man eine ſolche dünne Schicht der Flüſſigkeit oder des Kitts zwiſchen ihnen, als ein Prisma von einer ſehr kleinen Höhe betrachtet werden, folglich wird auch die

die Ablenkung des Lichtes dadurch, daß es durch ſelbige hindurch geht, nicht merklich geändert; nur muß dieſe kleine zwiſchen liegende Schichte der Flüſſigkeit oder des Kitts eine größere Brechungskraft beſitzen, als derjenige Körper, deſſen brechende Kraft unterſuchet werden ſoll.

Schon mehrere Jahre vor la Place hat der Herr D. Wollaſton *) auf dieſe Art die brechenden Kräfte der undurchſichtigen Körper unterſuchet. Er hatte hiebey nur den Fehler begangen, daß er bey undurchſichtigen Körpern die brechenden Kräfte eben ſo wie bey durchſichtigen beſtimmte. Die Veranlaſſung zu dieſer Unterſuchung gab dem Herrn D. Wollaſton der Vorſchlag von Newton, in ſeinem bekannten Spiegelteleſkope ſtatt des kleinen Planſpiegels ein Prisma zu gebrauchen, welches mit ſeiner Hinterfläche die von dem großen Spiegel herkommenden Strahlen zurückwerfe. Seine Methode iſt einfach und ſchön, und verdient daher angeführt zu werden.

Zu einer ungefähren Vergleichung der brechenden Kräfte zweyer ſpecifiſch verſchiedener Materien hält Wollaſton das dreiſeitige Prisma für hinreichend. Wenn man aber die brechenden Kräfte durch eine wirkliche Meſſung finden will, ſo zieht er ein vierſeitiges rechtwinklichtes Prisma dem dreyſeitigen vor. In dieſem Falle werden auch die oben angeführten Formeln, welche den Werth von v ausdrucken, viel einfacher; denn nun iſt der Winkel $\alpha = 90°$, und man findet für durchſichtige Körper

$$v = \sqrt{(\mu^2 - \sin.\beta^2)};$$

für undurchſichtige aber

$$v = \sqrt{(\mu^2 - 2\sin.\beta^2)}.$$

Wollaſton hat ein ſinnreiches, äußerſt einfaches Inſtrument angegeben, wodurch der erſte Werth von v ohne Rechnung gefunden werden kann.

*) Philoſoph. Transact. for 1802. u. *Nicholson's* Journal Febr. 1803, und hieraus ausgezogen von P. Riffault in den Annales de chimie. To. XLVI. p. 36. sqq. frey überſ. von Mollweide in Gilbert's Annalen. B. XXXI. S. 235. ff.

Digitized by Google

Um die Einrichtung dieſes Inſtrumentes zu begreifen ſtelle die Fig. 26 ABCD einen ſenkrechten Durchſchnitt des rechtwinklichten vierſeitigen Prisma vor. Unter der Grundfläche AD befinde ſich die Subſtanz, deren brechende Kraft unterſuchet werden ſoll, welche aber nach der Vorausſetzung geringer als die brechende Kraft der Glasart des Prisma ſeyn muß. Ferner ſey lmbd der Weg eines in der Durchſchnittsebene auffallenden Strahls aus der Luft in das Glas, und von da wieder zurück in die Luft, für die Grenze der Brechung und Zurückwerfung. In dem Dreyecke def, in welchem die eine Seite de in der Richtung des ausfahrenden Strahls, die andere df aber in die Verlängerung des Einfallsloths hd an d fällt, nehme man $ef : ed = \mu : 1 = \sin.\beta : \sin.\gamma$, ſo iſt, wenn eg auf fd ſenkrecht herabgelaſſen wird, $eg : de = \sin.\beta : 1$, mithin $ef : fg = \mu : \surd(\mu^2 - \sin.\beta^2)$, und folglich $fg : de = \surd(\mu^2 - \sin{:}\beta^2) : 1$. Ferner iſt $\surd(2fg^2 - ef^2) : ef = \surd(\mu^2 - 2\sin.\beta^2) : \mu$, alſo auch $\surd(2fg^2 - ef^2) : de = \surd(\mu^2 - 2\sin.\beta^2) : 1$. Es kommt demnach, um v nicht allein für durchſichtige, ſondern auch für undurchſichtige Körper zu beſtimmen, blos darauf an, die Linie fg meſſen zu können. Dies wird auf folgende Art bewerkſtelliget.

Auf einer Tafel (Fig. 27.) ab iſt ein glattes Brett befeſtiget, mit welchem vermittelſt eines Gewindes bey d ein anderes de, welches 10 Zoll lang iſt und an ſeinen Enden zwey Diopteren hat, verbunden iſt. Bey e findet ſich ein zweytes Gewinde, um ef, welches 15,83 Zoll lang iſt, mit ed zu verbinden, bey f iſt ein drittes, wodurch fe und fg verbunden werden. Auch bey i befindet ſich ein Gewinde, wodurch der Halbmeſſer ig an die Mitte i von fe befeſtiget iſt. Weil nun g im Halbkreiſe egf ſich beweget, ſo wird die gerade Linie, welche die Punkte e und g verbindet, allemal auf fg ſenkrecht ſeyn.

Das Stück cd iſt ausgehöhlt, damit ſolches, wenn irgend ein Körper unter die Mitte des Prisma P geleget wird, mit ſeinen Enden horizontal bleibe. Iſt nun ed

in die Lage gebracht, daß von dem Farbenſaume, welcher ſich beym Aufhören der gänzlichen Zurückwerfung und im Anfange der Brechung zeigt, die gelben Strahlen durch die Diopter ins Auge kommen, ſo giebt das Ende g, vermittelſt eines Verniers, welchen es führt, die Länge fg. In dem Falle, daß der in Unterſuchung genommene Körper durchſichtig iſt, iſt fg ſelbſt der Brechungsſinus für die Brechung aus dem Körper in die Luft, wenn der Einfallsſinus = de = 10 iſt. Iſt hingegen der unters Prisma gebrachte Körper undurchſichtig, ſo hat man noch $\sqrt{(2\,fg^2 - ef^2)} = \sqrt{(2\,fg^2 - 18{,}83^2)} = \sqrt{(2\,fg^2 - 250{,}5889)}$ zu berechnen, um den Sinus der Brechung aus dem Körper in die Luft für den Einfallsſinus de zu haben.

Außer den Vorzügen, welche dieſe Methode des Herrn Wollaſton, die brechenden Kräfte der verſchiedenen Körper zu erforſchen, gewähren, führt er beſonders noch ein Paar Beyſpiele an, wie die Erforſchung der brechenden Kräfte dazu dienen können, ſich von der Idendität oder Nichtidendität zweyer Materien zu verſichern. Das erſte Beyſpiel betrifft die Reinheit der weſentlichen Oehle. Das Brechungsverhältniß für reines Nelkenöhl iſt wie 1,515 : 1. Wollaſton ſchloß daher ganz richtig auf eine Verfälſchung deſſelben durch ein weniger brechendes Oehl.

Das zweyte Beyſpiel betrifft einen Körper, welcher von einer Inſel des nördlichen ſtillen Meeres gebracht war. Dem äußern Anſehen nach und verſchiedenen mit ihm angeſtellten Proben zufolge war er nichts weiter als weißes Wachs, ob man gleich glaubte, daß auf dieſer Inſel gar keine Bienen wären. Er wurde daher neben einem Stücke gelben Wachſes unter ein Prisma gebracht, wo die völlige Gleichheit durch die gefundene gleiche Brechung in einem hohen Grade beſtätiget ward.

Noch führt Wollaſton einen Fall an, wo man mit dem gewöhnlichen Verfahren die brechenden Kräfte zu beſtimmen, nicht ausreicht, wenn nämlich die zu unter-

Digitized by Google

ſuchende brechende Subſtanz nicht durchaus gleichförmig dicht iſt. Durch die angeführte Methode aber lernt man alle Abſtufungen der brechenden Kraft auf einmal kennen. Ein Beyſpiel hievon giebt ein Stück arabiſchen Gummi's, welches auf einige Minuten befeuchtet iſt. Bringt man es ſo unter das Prisma, ſo findet ſich, daß das Brechungsverhältniß von demjenigen des Waſſers nämlich wie 1,336 : 1 ſich allmählig dem des arabiſchen Gummi's 1,51 : 1 nähert.

Herr Wollaſton hat noch folgende Tafel der brechenden Kräfte beygefügt, welche er nach ſeiner Methode mittelſt eines Prisma aus Flintglas beſtimmt hat. Diejenigen Subſtanzen aber, deren Brechungskraft größer als die des Flintglaſes iſt, ſind nach einer andern Methode unterſuchet, und vom Herrn Wollaſton blos in dieſer Abſicht beygefüget worden, um ihre brechenden Kräfte unter einander zu vergleichen. Da aber Wollaſton keinen Unterſchied unter durchſichtigen und undurchſichtigen Körpern gemacht, und die Verſchiedenheiten überſehen hat, welche hieraus in der Berechnung der brechenden Kräfte entſtehen, ſo hat beſonders der Herr Prof. Mollweide ſich die Mühe gegeben, dieſe Lücke zu berichtigen, indem er bey denjenigen Körpern, welche undurchſichtig oder wenigſtens nicht vollkommen durchſichtig ſind, ihre brechenden Kräfte gehörig berechnet und in Zahlen beygefüget hat, welche ich beſonders mit einem Sternchen (*) bezeichnet habe. Ueberdem hat Herr Mollweide noch die drey Columnen, welche die Ueberſchrift haben, **Brechende Kraft, Dichtigkeit, Specifiſches Brechungsvermögen** beygefüget.

Brechende Mittel	Exponent des Brechungsverhältniſſes oder μ	Brechende Kraft $= \mu^2 - 1$	Dichtigkeit nach Boiſſon $= d$	Specifiſches Brechungsvermögen $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$
Diamant	2,439	4,9488	3,5212	1,4054
Reißbley	——	——	——	——
Gediegener Schwefel (verdoppelt)	2,040	3,1616	2,0332	1,5550
Glas aus 6 Theilen Mennige u. 1 Theil Sand.	1,987	——	——	——
Spiesglanzglas	1,980	2,9204	4,9464	0,5904
Zinkon	1,950	2,8025	4,4161	0,6346
Spinell	1,812	2,2833	3,7600	0,6073
Arſenik	1,811	2,2797	3,5942	0,6343
Salzſaur. Spiesglanz veränderlich	——	——	——	——
Weißer Saphir	1,768	2,1258	3,9911	0,5326
Drachenblut	——	——	——	——
Isländiſcher Kryſtall ſtärkſte Brechung	1,657	1,7456	2,7151	0,6429
Schwefelſaurer Baryt (verdoppelt)	1,646	1,7093	4,4409	0,3849
Tolutaniſcher Balſam	1,600	1,5600	0,8960	1,7411
Guajekholz	1,596	1,5472	1,2289	1,2590
Benzoe	——	——	——	——
Flintglas	1,586	——	——	——
daſſelbe	1,583	——	——	——
Horn	——	——	——	——
Phosphor	1,579 1,583*	1,4932 1,4806*	1,7700	0,8436 0,8365*
Glimmer	——	——	——	——
Opium	——	——	——	——
Bernſtein	1,547	1,3932	1,0800	1,2900
Bergkryſt. (verdopp.)	1,547	1,3932	2,6530	0,5251
Altes Tafelglas	1,545	——	——	——
Colophonium	1,543 1,502*	——	——	——
Buchsbaumholz	——	——	——	——
Gelbes Wachs	1,542 1,502*	1,3778 1,3496*	0,9648	1,4280 1,2952*
Saſſafrasöhl	——	——	——	——
Roth Siegelwachs	——	——	——	——

Digitized by Google

Brechende Mittel	Exponent des Brechungsverhältniſſes oder μ	Brechende Kraft $= \mu^2 - 1$	Dichtigkeit nach Briſſon $= d$	Specifiſches Brechungsvermögen $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$
Wallrath (kalt)	——	——	——	——
Zucker (geſchmolzen)	——	——	——	——
Arſenikſaures Kali	——	——	——	——
Maſtix	——	——	——	——
Elemiharz	——	——	——	——
Weißes Wachs (kalt)	——	——	——	——
Nelkenöhl	1,535	1,3562	1,0363	1,3087
Capal	1,535	1,3562	1,0730	1,2640
Gummi animé	1,535 1,485*	1,3562 1,2066*	1,0360	1,3091 1,1646*
RadiliſſerCrowenglas	——	——	——	——
Pech	——	——	——	——
Mitte derKryſtallinſe ein. Fiſchauges, der getrockn. Kryſtallk. eines Ochſenauges	1,530 1,463*	——	——	——
Canadiſcher Balſam	1,528	——	——	——
Crowenglas, gewöhnl.	1,525	1,3256	2,5200	0,5260
Selenit	1,525	1,3256	2,3114	0,5735
Cacutſchuc	1,524 1,463*	1,3226 1,1393*	0,9335	1,4168 1,2204*
Gummilac	——	——	——	——
Holländiſ. Tafelglas	1,517	——	——	——
Menſchl. Epidermis	——	——	——	——
Arabiſches Gummi	1,514	1,2922	1,4523	0,8898
Copaivabalſam	1,507	——	——	——
Bernſteinöhl	1,505	1,2650	0,9780	1,2935
Engliſches Tafelglas	1,504	1,2620	2,7600	0,4572
Franzöſiſ. Tafelglas	1,500	1,2500	2,6423	0,4731
Muſcatennußöhl	1,497	1,2410	0,9530	1,3022
Schwefelſaures Kali	1,495	1,2345	2,2980	0,5372
Talg (kalt)	1,490 1,391*	——	——	——
Isländiſcher Kryſtall, ſchwächſteBrechung	1,488	1,2141	2,7151	0,4472
Kampher	1,487	1,2112	0,9887	1,2250
Leinöhl	1,485	1,2052	0,9403	1,2818
Butter (kalt)	1,480 1,369*	1,1904 0,8749*	0,9423	1,2633 0,9285*

Digitized by Google

Brechende Mittel	Exponent des Brechungsverhältniſſes oder μ	Brechende Kraft $= \mu^2 - 1$	Dichtigkeit nach Boiſſon $= d$	Specifiſches Brechungsvermögen $= \frac{\mu^2 - 1}{d}$
Limonieneſſenz	1,476	——	——	——
Terpentinöhl, gewöhnl.	1,476	1,1768	0,8697	1,3551
Terpent. öhl, rectificirt.	1,470	——	——	——
Mandelöhl	——	——	——	——
Baumöhl	1,469	1,1580	0,9153	1,2651
Pfeffermünzöhl	1,468	1,1550	0,9518	1,2135
Lavendelöhl	1,467	1,1521	0,8938	1,2890
Talg (geſchmolzen)	1,460	1,1316	0,9419	1,2014
Alaun	1,457	1,1228	0,7260	0,6506
Wallrath (geſchmolzen)	1,446	1,0909	0,9453	1,1565
Kryſtalllinſe e. Ochſ. v.	1,447			
bis	1,380	——	——	——
im Durchſchnitt	1,430	——	——	——
Schwefelſäure	1,435	1,0592	1,8409	0,5754
Flußſpath	1,433	1,0535	3,1796	0,3313
Salpeterſäure	1,410	0,9881	1,4800	0,6676
Alcohol	1,370	0,8769	0,8251	1,0628
Eyweiß	1,360	0,8496	1,0900	0,7794
Schwefeläther	1,358	1,8442	0,7396	1,1414
Glasfeuchtigkeit eines Auges	1,336	——	——	——
Waſſer	1,336	0,7849	1,0000	0,7849
Atmoſphäriſche Luft (nach Hawksbek)	1,00032	——	——	——

Die Vorausſetzung, daß das Licht durch eine Anziehung in unmerklich kleinen Entfernungen von ſeiner Richtung, wenn es in ein anderes Mittel übergehet, abgelenket werde, hatte Herrn la Place auf den Gedanken gebracht, daß das Licht beym Uebergange deſſelben aus einem Mittel in das andere wohl gar mit demſelben in einer chemiſchen Verwandtſchaft ſtehe. Durch dieſe Idee veranlaßt hatten es die Herren Biot und Arago unternommen *), durch Verſuche zu erforſchen, wie die Ablenkung, welche

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXV. S. 345. ff. B. XXVI. S. 36. ff.

das Licht durch verſchiedene Gasarten erleidet, mit der chemiſchen Natur dieſer Gasarten zuſammenhange. Sie bedienten ſich hierzu der Werkzeuge, die der berühmte **Borda** gebraucht hatte, um ebenfalls über das Brechungsvermögen der verſchiedenen Gasarten Verſuche anzuſtellen, welche man aber nach ſeinem Tode nicht vorgefunden hat. Das Prisma beſtand aus einer ziemlich dicken meſſingenen Röhre, welche an beyden Enden ſchief abgeſchnitten war und zwar nach Richtungen, die ſich durchkreuzen. An dieſen Enden waren zwey ebene Glasplatten luftdicht aufgekittet, welche mit einander einen Winkel von 143° 7′ 28″ nach der Sexageſimaltheilung machten. Die Röhre hatte eine ſenkrecht ſtehende Axe, welche mit einem Hahne verſehen war, und ließ ſich vermittelſt derſelben ſowohl in der Horizontalebene drehen, als auch auf eine Luftpumpe bringen, um die Luft aus dem Innern derſelben herauszupumpen. Eine Barometerprobe, welche auf der Röhre, im freyen Zuſammenhange mit ihrem Innern ſtand, zeigte den Grad der Luftverdünnung an; dieſer blieb jede beliebige Zeit über unverändert.

Der Winkel, um welchen dies Prisma, nachdem es vorher luftleer gemacht war, einen Lichtſtrahl von ſeinem Wege ablenkte, wurde mit Hülfe eines **Borda**'ſchen Vervielfältigungskreiſes, den der Mechanikus **le Noir** verfertiget hatte, aufs genaueſte gemeſſen. Die ganze Ablenkung des Lichtſtrahls im Prisma betrug 362″, 6.

Nach den angeführten von **Newton** angenommenen Vorausſetzungen berechneten die Herren **Biot** und **Arago** nach den daraus entwickelten Formeln das Brechungsvermögen der verſchiedenen Gasarten. Sie fanden, daß von allen Gasarten, ja ſelbſt von allen bis jetzt beobachteten Körpern in der Natur, der **Sauerſtoff** das kleinſte, der **Waſſerſtoff** dagegen das größte Brechungsvermögen beſitzet. Das Brechungsvermögen des Waſſerſtoffs iſt 6½ Mal größer als das der atmoſphäriſchen Luft. Herr **Biot** hat das abſolute Brechungsvermögen der Gasarten

auf den Normalzuſtand für 0° Wärme und 0^{met}, 76 Druck reducirt, und bey dieſer Rechnung das von Gay-Luſſac entdeckte Geſetz, daß nämlich alle Gasarten durch gleiche Zunahme von Wärme gleich ſtark ausgedehnt werden, und zwar für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerſkale um 0,00375 ihres Volumens, zum Grunde gelegt.

Hiernächſt ſtellt Herr Biot die Beobachtungen und die von ihm berechneten Reſultate in vier Tabellen zuſammen, wovon die erſte ſich auf das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft in ihrem Normalſtande bezieht; die zweyte auf das Brechungsvermögen der Luft von verſchiedener Dichtigkeit; die dritte auf das Brechungsvermögen der Gasarten im Normalzuſtande und in verſchiedenen Dichtigkeiten; die vierte endlich giebt die mittleren Reſultate aus allen Beobachtungen und Berechnungen ſowohl über das Brechungsvermögen, als auch über die ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen Gasarten an.

Vorzüglich war es den Herren Biot und Arago darum zu thun, das Geſetz aufzufinden, wie ſich bey der atmoſphäriſchen Luft das Brechungsvermögen mit ihrer Dichtigkeit verändert; denn davon hängt, nach ihrer Meinung, die Ablenkung ab, welche jeder Lichtſtrahl, der in unſer Auge kommt, mehr oder weniger von der geradlinigten Bahn erleidet. Die atmoſphäriſche Luft ließ ſich im Innern des Prisma bey unveränderter Natur in ihrer Dichtigkeit nach Belieben verändern, die Barometerprobe zeigte den Zuſtand derſelben auf das genaueſte, und eben ſo ließ ſich jedes Gas, womit das Prisma gefüllt wurde, in jedem beliebigen Grade der Verdünnung darin verſchließen. Eine große Reihe von Beobachtungen, welche mit atmoſpäriſcher Luft von ſehr verſchiedenen Graden der Dichtigkeit, und alsdann auch mit Gasarten von verſchiedenen Dichtigkeiten angeſtellt wurden, und bey deren jeder man auf den Stand des Barometers, des Thermometers und des Hygrometers ſah, gab für die Theorie der Strahlenbrechung die ſo wichtige Uebereinſtimmung,

daß in jeder Luftart, vom vollkommenen Vacuo an, durch alle Grade von Dichtigkeit hindurch bis zu der, welche dem gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre entſpricht, die brechende Kraft ſtets der Dichtigkeit proportional iſt und daß dieſes Geſetz nicht der kleinſten Abänderung bedarf. Ja es wurde die Luft in dem Prisma bis zu einem Drucke von 0me, 80 verdichtet (die größte Verdichtung, welche das Prisma zuließ), und zugleich bey hoher Temperatur beobachtet, und es wurde nicht die geringſte Abweichung von dieſem Geſetze bemerkt. Ob nun gleich die Verſuche mit dem Prisma ſich nicht weiter führen ließen, ſo zweifelten doch Biot und Arago bey der vollkommenen Uebereinſtimmung aller ihrer Reſultate gar nicht daran, daß dieſes Geſetz nicht noch viel weiter gelte.

Was die Feuchtigkeit der Luft betrifft, ſo hat es ihnen nicht geſchienen, als habe der Stand des Hygrometers irgend einen wahrnehmbaren Einfluß auf die brechende Kraft der Luft, zum wenigſten nicht in den Temperaturen, in welchen ſie Beobachtnngen angeſtellet hatten. Ich füge nun noch die vierte Tabelle bey, welche die mittleren Werthe aus allen Beobachtungen über das ſpecifiſche Gewicht und das Brechungsvermögen für 0° Wärme und 0m., 76 Druck angiebt.

	Dichtigkeit	Brechungsvermögen bey 0° Wärme und 0m., 76 Druck	
		abſolutes	ſpecifiſches
Atmoſphäriſche Luft	1,00000	0,000589171 2	1,00000
Sauerſtoffgas	1,10359	0,000560204	0,86161
Stickgas	0,96913	0,000590436	1,03408
Waſſerſtoffgas	0,07321	0,000285315	6,61436
Ammoniakgas	0,59669	0,000762349	2,16851
Kohlenſaures Gas	1,51961	0,000899573	1,00476
Kohlenſt. Waſſerſtoffpol	0,57072	0,000703669	2,09270
— kohl. ſt. reicheres	0,58825	0,000630300	1,81860

Nach Aufſtellung dieſer phyſikaliſchen Reſultate ziehen die Herren Biot und Arago noch einige Bemerkungen, welche auf die Chemie Beziehungen haben. Zuerſt führen ſie an, daß ſchon Newton ſehr glücklich aus dem großen ſpecifiſchen Brechungsvermögen des Waſſers und des Diamanten geſchloſſen habe, dieſe beyden Körper möchten etwas Brennbares in ſich enthalten, und die neuere Chemie habe dargethan, daß er ſich darin nicht geirrt habe. Da nun die Körper nur in unmerklich kleinen Entfernungen auf das Licht merklich wirken, ſo hange die Stärke der Wirkungen nothwendig von der Natur und Zuſammenordnung der kleinſten Theilchen, mithin von den weſentlichen Eigenſchaften der Körper ab; und der Phyſiker, welcher ihr Brechungsvermögen beobachte und vergleiche, verfahre auf eine ganz ähnliche Art, als der Chemiker, wenn er ein Alkali der Einwirkung aller Säuren ausſetze, um die verhältnißmäßige Kraft derſelben und ihren Sättigungsgrad zu beſtimmen. In den angeführten Verſuchen ſey das Licht derjenige Körper, welcher der Einwirkung aller andern Körper ausgeſetzet werde, und wir ſchätzten ihre Wirkung nach ihrem Brechungsvermögen, dieſe nach der Zunahme an lebender Kraft, welche die Wirkung ihrer Theilchen dem Lichte einzudrucken beſtrebt ſey. Die bewundernswürdige Stärke der Kraft, welche die Körper auf das Licht äußerten, gebe dieſem Verfahren ſelbſt einen ganz eigenthümlichen Vorzug. Einige Körper wirkten mit einer ſolchen Intenſität auf das Licht, daß ſie den Lichttheilchen in einem unendlich kleinen Zeittheilchen das Doppelte der Geſchwindigkeit eindruckten, welche ſie zuvor im Raume hatten. Nehme man die Geſchwindigkeit, mit der das Licht ſich durch den leeren Raum bewege, zur Einheit, ſo finde ſich die modificirte Geſchwindigkeit, mit der das Licht durch den durchſichtigen Körper hindurchgehe, aus dem Verhältniſſe des Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels. Im Diamanten überſteige der erſtere den letzteren um das Doppelte; in ihm werde alſo die Geſchwindigkeit

Digitized by Google

des Lichtes mehr als doppelt ſo groß. Und dieſe Beſchleunigung erhalte das Licht, und verliere ſie wieder in einem unendlich kleinen, untheilbaren Zeittheilchen; denn die Wirkung, auf welcher die Brechung beruhe, gehe blos nahe an der Oberfläche des Körpers vor, in einer Schicht deſſelben, deren Dicke nicht mehr angeblich ſey. Sobald das Licht in dem Körper tiefer eingedrungen ſey, heben ſich die Anziehungen gegen einander auf, welche die dünne Schicht vor dem Strahle, und die Schichte, durch die er ſo eben gegangen ſey, auf das Licht ausübten, und dieſes bewege ſich daher gleichförmig durch den Körper hindurch. Erſt beym Austritt aus dem Körper werde die Geſchwindigkeit des Lichtes wieder geändert. Die verſchiedene Beſchleunigung des Lichtes durch die Körper, welche ſich in ihrem verſchiedenen Brechungsvermögen äußere, gebe uns daher eine äußerſt ausgedehnte Stufenleiter, auf welche alle Körper ſich in großen Zwiſchenräumen an einander reihen ließen; und ſie könne uns theils dazu dienen, die Körper ihrer Natur nach von einander zu unterſcheiden und zu charakteriſiren; theils ſie auszuſpüren, und ihre Gegenwart in den chemiſchen Verbindungen zu erkennen.

Nachdem die ſo mächtige Wirkung des Lichtes auf den Waſſerſtoff die Verſuche geleitet hätten, ſo müſſe man ſchließen, daß es die Anweſenheit dieſes Stoffes im Waſſer, in dem Gummi, in den Oehlen und in andern verbrennlichen Körpern ſey, von der das große Brechungsvermögen dieſer Körper abhange. In der That finde ſich dieſe mächtige Einwirkung des Waſſerſtoffs in dem Ammoniakgas wieder, deſſen eigenthümliches Brechungsvermögen mehr als doppelt ſo groß ſey, als das der atmoſphäriſchen Luft.

Ueberhaupt bemerket Herr Biot, daß ſehr wahrſcheinlich das Brechungsvermögen der Körper auf die Erforſchung ihrer Beſtandtheile einen großen Einfluß habe, und ſucht dies durch einige Beyſpiele zu beweiſen. Bey der Vergleichung der Brechungsvermögen des Kohlenſtoffs und des Diamanten ſchließt er, daß der Dia-

mant nicht ganz reiner Kohlenſtoff ſeyn könne; daß er gleichfalls Waſſerſtoff, und zwar wenigſtens 25 Theile in 100 Theilen enthalten müſſe.

Noch neuere Verſuche über das Brechungsvermögen der flüſſigen und feſten Körper hat Herr **Brewſter** *) in England angeſtellet. Hiezu wurde er vorzüglich dadurch veranlaßt, daß er ein Fernrohr zu Stande zu bringen ſuchte, mit welchem man Gegenſtände am Boden des Meeres, oder welche unter einer andern flüſſigen Materie liegen, deutlich und vergrößert ſehen könne. Die Vorrichtung, welche Herr **Brewſter** zu dieſen ſeinen Verſuchen gebrauchte, bildet die Fig. 28. ab. MN ſtellte das Ende eines zuſammengeſetzten Mikroſkops vor, an welches die Objektivlinſe angeſchroben wird. Hier befindet ſich ein dünnes befeſtigtes Planglas a mit parallelen Flächen ſenkrecht auf der Axe mP, und vor demſelben läßt ſich auf das Stück MN die kleine meſſingene Röhre ABCD, an deren Ende eine biconvexe Linſe b von gleichen Halbmeſſern befeſtigt iſt, ſo anſchrauben, daß ihre Axe mit der des Mikroſkops zuſammenfällt, und daß man ihre Hinterfläche mit dem Planglaſe a in Berührung bringen, oder in beliebigen kleinen Entfernungen von ihr feſtſtellen kann. Unmittelbar hinter der Linſe b ſind in den Wänden des Rohrs ABCD zwey Löcher, durch welche ſich eine Flüſſigkeit oder ein kleines Stückchen eines feſten Körpers in den Raum zwiſchen der Linſe b und dem Planglaſe a hineinbringen läßt. Eine Flüſſigkeit füllt dieſen Raum in Geſtalt einer plan-concaven Linſe aus, deren Dicke ſich bis zu jeder angeblichen Größe vermindern läßt, wenn man die Schraube anzieht. Weiche unvollkommen durchſichtige Körper werden, wenn die Schraube ſcharf gedrehet wird, durch die Kraft derſelben ebenfalls in eine plan-concave Linſe gebracht, die in ihrer Mitte ſo dünn wird, daß ſie daſelbſt vollkommen durchſichtig wird.

*) Treatise on new philoso. Instrume. for various purposes in the arts and sc. with exp. on light and colours. Edinb. 1813. B. 4. X. 2. in Gilbert's Annalen. B. L. S. 21. ff.

Die ſo gebildete planconcave Linſe vergrößert durch ihre Brechung die Brennweite der convexen Linſe b, und macht, daß das Bild eines in m befindlichen Gegenſtandes, das zuvor in P entſtanden war, jetzt dem Okularglaſe OR näher liegt. Nun aber ſind alle drey Linſen OR, LL und b, ſo befeſtigt, daß ihr Abſtand von einander ſich nicht verändern läßt; folglich muß der Gegenſtand aus m weiter von der Objektivlinſe abgeruckt werden, nach n zu, um ein deutliches Bild in R, dem Brennpunkte des Okulars P, zu machen, und zwar deſto weiter ab, je größer das Brechungsvermögen des flüſſigen oder weichen Körpers iſt, den man zwiſchen a und b gebracht hat. Werden folglich die Entfernungen bm und bn mit Genauigkeit gemeſſen, ſo geben ſie den relativen, und durch eine einfache Rechnung den abſoluten Werth des Brechungsvermögens des eingeſchloſſenen Körpers.

Bey den Verſuchen dienten Herrn **Brewſter** als Gegenſtand, den er durchs Mikroſkop betrachtete, einige kleine Kritzel an der Oberfläche einer Glasplatte, und er maß die Entfernungen bm, bn mit einem verkehrten Taſterzirkel auf einem genauen Maaßſtabe. Die Linſen wurden in einer unveränderten Entfernung erhalten, der planconcaven Linſe gab er in der Mitte ſo genau als möglich immer einerley Stärke, und ſahe genau darauf, die Bilder zu beobachten, welche durch Strahlen von mittlerer Brechbarkeit hervorgebracht wurden. Um hiebey allen Irrthum zu vermeiden, welcher durch Veränderung der Brennweite hätte entſtehen können, wurde im Augenblicke des deutlichen Sehens ein feines Goldfädchen quer durch die Blendung in dem vordern Brennpunkte des Okulars geſpannt. Dadurch wurden alle Reſultate bey einerley Brennweite des Auges erhalten. Herr **Brewſter** hat auf dieſe Art eine ſehr große Reihe von Verſuchen über das Brechungsvermögen flüſſiger und weicher Körper angeſtellt, bey welchen er blos die Entfernungen bm, bn, u. ſ. f., oder die Abſtände der verſchiedenen brechenden Materien von der Objektivlinſe des Mikroſkops in Zahlen

angegeben hat. Folgende Tafel giebt einen kurzen Auszug von den Reſultaten ſeiner Verſuche. Es zeigt nämlich nach Brewſter das Brechungsvermögen folgender brechender Materien nachfolgende Unterſchiede:

	englische Zolle
Luft	1,000
Waſſer	1,345
Aether	1,400
Alkohol	1,404
Salzſäure	1,431
Salpeterſäure	1,456
Schwefelſäure	1,517
Mohnöhl	1,584
Terpentinöhl	1,588
Mairanöhl	1,596
Nußöhl	1,600
Angelika-Oehl	1,600
Vogelleim	1,630
Pimontöhl	1,637
Kopaivabalſam	1,646
Saſſafras-Oehl	1,663
Zucker, nach dem Schmelzen	1,704
Harz	1,720
Pech	1,806
Zimmtöhl	1,817
Peruvianiſcher Balſam . .	1,826
Tolutaniſcher Balſam . .	1,871
Bibergeil	1,900
Caſſiaöhl	1,911
Schwefel	4,337
Phosphor	7,094

Herr Brewſter glaubt aus ſeinen Verſuchen folgern zu dürfen, daß ſich die brechenden Kräfte der einfachen verbrennlichen Körper wie ihre Brennbarkeit verhalten.

Um das Brechungsvermögen der harten feſten Körper zu beſtimmen, hatte man bisher keine andere Methode, als ſie in ein Prisma zu verwandeln, welches wenigſtens

zwey vollkommen ebene und gut polirte Flächen haben muß, damit man den Winkel dieſer Seitenflächen meſſen, und die Ablenkung beobachten könne, welche ein Lichtſtrahl beym Hindurchgehen durch die beyden Flächen von ſeinem anfänglichen Wege erleidet. Dieſes Verfahren iſt aber mühſam und koſtbar, und daher wenig ausgeübet worden. Herr Brewſter ſuchte daher eine einfache und genaue Methode, das Brechungsvermögen harter feſter Körper zu beſtimmen, welche ſelbſt bey Oberflächen anwendbar iſt, welche ſo unregelmäßig ſind, daß man keinen Gegenſtand durch ſie hindurchſehen kann. Er brachte zwiſchen der Objektivlinſe b und dem Planglaſe a eine flüſſige Materie, welche dem zu beobachtenden feſten Körper an Brechungsvermögen am nächſten kam; nachdem ſich nun eine plankoncave Linſe von der Flüſſigkeit gebildet hatte, und die Entfernung bn des Objektes, bey welcher es deutlich im Mikroſkope erſchien, gemeſſen war, ſo brachte er ein kleines Stückchen von dem feſten Körper in die kleine flüſſige Hohllinſe, ſo daß die Lichtſtrahlen, welche von dem Objekte kamen, durch daſſelbe hindurch gehen mußten, und ſah nun, ob das Objekt, wenn es im Mikroſkope vollkommen ſcharf und deutlich erſchien, dieſelbe Entfernung bn, als zuvor hatte. War das nicht der Fall, ſo veränderte er die Mengung der Flüſſigkeit, bis ſie, dieſer Prüfung zu Folge, genau einerley Brechungsvermögen mit dem feſten Körper zeigte. Und dann gab die Entfernung bn zugleich das Maaß des Brechungsvermögens der Flüſſigkeit und des feſten Körpers.

Unter allen Flüſſigkeiten fand er zu dieſen Verſuchen am genügendſten ſich eignend Caſſia-Oehl und Baumöhl; das Maaß ihres Brechungsvermögens war 5,077 und 3,113, und durch Miſchungen beyder ließen ſich die Brechungsvermögen aller feſter Körper, welche zwiſchen dieſen Grenzen fielen, beſtimmen. Herr Brewſter hat auf dieſe Art die brechenden Kräfte mehrerer feſten Körper beobachtet, die Reſultate davon aber bis jetzt nicht mitgetheilet.

Uebrigens hat er noch einen ſehr wichtigen Beytrag über das Zerſtreuungsvermögen der durchſichtigen Körper gemacht, wovon das Weſentlichſte unter dem Artikel, Farbenzerſtreuung, nachzuleſen iſt. Bey dieſer Gelegenheit hat er auch eine große Reihe von Verſuchen über das Brechungsverhältniß mehrerer materiellen Subſtanzen angeſtellt, und ſie in eine Tafel gebracht. Sehr unerwartet entdeckte er einige Körper, welche ein größeres Brechungsverhältniß als der Diamant beſitzen; er fand nämlich, daß Realgar, eine Verbindung von Arſenik mit Schwefel, und chromſaures Bley, aber der rothe ſibiriſche Bleyſpath, auf das Licht noch ſtärker wirken, als der Diamant: denn der Exponent des Brechungsverhältniſſes iſt für den Diamant 2,44, für das chromiumſaure Bley 2,50 und für den Realgar 2,50. Es laſſen ſich daher dieſe drey Körper an die Spitze der Körper ſtellen, welche eine beſondere Wirkung auf das Licht ausüben. Das chromiumſaure Bley beſonders hatte nicht allein die größte brechende Kraft, ſondern beſitzt auch nach Herrn Brewſter die größte doppelte Strahlenbrechung, und die größte zerſtreuende Kraft unter allen bis jetzt unterſuchten Körpern. Da Herr Brewſter das Brechungsvermögen mehrerer Körper unterſuchet hat, die bisher in dieſer Hinſicht noch nicht ſind beobachtet worden; ſo füge ich hier einen Auszug aus Brewſter's mitgetheilter Tafel bey:

Brechungsvermögen mehrerer feſter und flüſſiger Körper, aus welchen Prismen waren gebildet worden.

	Exponent des Brechungsverhältniſſes
Chromiumſaures Bley, der am ſtärkſten gebrochene Strahlenbündel	2,974
— — — in einem andern Stück	2,926
Realgar	2,549
Chromiumſaures Bley, der am ſchwächſten gebrochene Strahlenbündel	2,503
— — — in einem andern Stück	2,479
Diamant, braun gefärbter	2,487

Digitized by Google

		Exponent des Brechungsverhältniſſes
Diamant, ein anderer		2,470
— — nach Newton		2,439
Phosphor		2,229
Spiesglanzglas		2,216
Kohlenſaures Bley, verdoppelt	ſtärkſte Brechung	2,084
	ſchwächere Brechung	1,813
Zirkon, verdoppelt	ſtärkſte Brechung	2,015
	ſchwächere Brechung	1,961
Schwefelſaures Bley		1,925
Granat		1,815
Saphir (blauer)		1,794
Pyrop		1,792
Zirkon (orangefarbner)		1,782
Rubellis		1,779
Rubin-Spinell		1,761
Chryſoberill		1,760
Kalenſtein		1,750
Axinit		1,735
Dunkelroth gefärbtes Gas		1,729
Epidot, verdoppelt	ſtärkere Brechung	1,703
	ſchwächere Brechung	1,661
Boracit		1,701
Kohlenſaurer Strontian, verdoppelt	ſtärkere Brechung	1,700
	ſchwächere Brechung	1,543
Orangefarbenes Glas		1,695
Chryſolit, verdoppelt	ſtärkere Brechung	1,685
	ſchwächere Brechung	1,668
Turmalin		1,668
Kalkſpath, verdoppelt	ſtärkere Brechung	1,665
	ſchwächere Brechung	1,519
Schwefelſaurer Baryt, verdoppelt, ſtärk. Brech.		1,664
Spargelſtein		1,657
Topas (rother)		1,652
Hyacinthrothes Glas		1,647
Schwefelſaurer Strontian		1,644

		Exponent des Brechungsverhältniſſes
Caſſiaöhl		1,641
Topas (gelber)		1,638
Opalartiges gefärbtes Glas		1,635
Beryll		1,598
Schildpatt		1,591
Smaragd		1,585
Weinſteinſäure, verdoppelt	ſtärkere Brechung	1,575
	ſchwächere Brechung	1,518
Steinſalz		1,557
Schwefelſaures Kupfer, verdoppelt	ſtärkere Brechung	1,552
	ſchwächere Brechung	1,531
Phosphorſäure, feſte		1,544
Leucit		1,527
Citronenſäure		1,527
Schwefelbalſam		1,497
Schwefelſaures Eiſen		1,494
Iſopöhl		1,487
Kajaputöhl		1,483
Mandelöhl		1,482
Sadebaumöhl		1,482
Flöhkrautöhl		1,481
Citronenöhl		1,481
Krauſenmünzenöhl		1,481
Thymianöhl		1,477
Dillöhl		1,477
Terpentinöhl		1,475
Rübſenöhl		1,475
Borax		1,475
Sandarach		1,473
Ziegelöhl		1,471
Olivenöhl		1,470
Rosmarinöhl		1,469
Mohnöhl		1,463
Lavendelöhl		1,457
Kamillenöhl		1,457

	Exponent des Brechungsverhältniſſes
Buchsbaumöhl	1,453
Hydro-Phosphorſäure	1,442
Schwefelſäure	1,440
Flußſpath	1,436
Rautenöhl	1,433
Salpeterſäure	1,406
Salzſäure	1,376
Ambraöhl	1,368
Eyweiß	1,361
Kryolith	1,344
Salzwaſſer	1,343

Brennſpiegel (Zuſ. zu S. 471. Th. I.). Da die Frage, ob Archimedes wirklich den im Artikel angeführten ernſthaften Gebrauch von den Brennſpiegeln gemacht habe? bisher ſehr zweifelhaft war, ſo ward im Jahre 1812 die holländiſche Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Haarlem dadurch veranlaßt, darüber eine Preisaufgabe aufzuſtellen, welche nach dem Urtheile derſelben vom Herrn van Campelle muſterhaft aufgelöſet, und mithin gekrönet ward *). Dem Herrn von Campelle war es darum zu thun, dieſen ſtrittigen Gegenſtand durch kritiſche Entwickelungen desjenigen, was bereits ausgemittelt war, aufzuhellen. Er unterſuchte daher folgende drey Hauptpunkte: 1. ob die Handlung des Archimedes an ſich ſelbſt betrachtet, möglich ſey: 2. ob ſie möglich geweſen ſey in Rückſicht auf die optiſchen Kenntniſſe der Alten, und 3. ob ſie geſchichtlichen Glauben verdiene. Seine Reſultate, welche Herr van Campelle aus den gehörigen Quellen hervorgeſuchet hat, waren mit hinreichender Gewißheit folgende:

1. Es iſt unmöglich, durch einen Hohlſpiegel in bedeutender Entfernung Entzündung hervorzubringen.

2. Es kann dies aber geſchehen durch eine Zuſammenſtellung von ebenen Spiegeln.

---

*) Naturkundige Verhandelingen van de Hollandischen Maatschapy der Wetenschappen te Haarlem. VII. Deel. 2 Stuck. 1814.

Digitized by Google

3. Archimedes hatte hinreichende Kenntniſſe in den optiſchen Wiſſenſchaften, um dies auszuführen.

4. Die Römiſche Flotte war bey der Belagerung von Syrakus durch Marcellus der Stadt nahe genug, um Archimed in den Stand zu ſetzen, dieſe Wirkung der Kunſt an ihr zu verſuchen.

Folgendes läßt ſich mit einer Wahrſcheinlichkeit annehmen, welche an geſchichtliche Gewißheit grenzt:

1. Daß Archimed wirklich den Verſuch an der Römiſchen Flotte gemacht habe;

2. daß er aber doch dem Feinde dadurch wenig Schaden zugefüget habe;

3. daß er ſich zu dieſem Zwecke metallener Spiegel habe bedienen müſſen.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LIII. S. 242. ff.

C

Cadmium ſ. Kadmium.

Calcium ſ. Kalcium.

Calibrir-Inſtrument (N. A.). Da ſowohl die Phyſiker als auch Chemiker ſehr häufig genau eingetheilte Röhren, theils als eigenthümliche Werkzeuge, theils als Theile anderer Inſtrumente zu Handen haben müſſen, und die Eintheilung des Raums einer Röhre in gleiche Theille mit gewiſſen Beſchwerlichkeiten und einem beträchtlichen Aufwande der Zeit verbunden iſt, ſo erdachte Hr. Parrot *) eine Vorrichtung unter dem Namen eines Calibrir-Inſtrumentes, womit man eine gleiche Portion Queckſilber, ſo oft man will, mit der größten Genauigkeit wiederholt abtheilen kann, jedoch in einer mehr als zehnmal kleinern Zeit als mittelſt der Wage.

In der Fig. 29. iſt bbbb der Durchſchnitt einer gläſernen Röhre, welche in ihrer ganzen Länge gleiche Weite hat, und oben ſehr eben und fein matt abgeſchliffen iſt.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLI. S. 62. f.

Ein ſolches kurzes Stück läßt ſich aus einem mäßigen Vorrath von Barometerröhren ſehr leicht finden. An dieſer Röhre wird der eiſerne Ring, deſſen Durchſchnitt dd iſt, angekittet. Dieſer Ring dienet dazu, die Röhre im übrigen Geſtelle mittelſt der Stellſchrauben pp zu befeſtigen, ohne Gefahr für die Röhre, weswegen der Ring an zwey entgegengeſetzten Punkten eine kleine, in der Zeichnung angedeutete Vertiefung hat.

aa iſt der Durchſchnitt eines andern Ringes, welcher zum Geſtelle gehöret, und in welchen der Ring dd paßt. ee iſt der zweyte eiſerne Ring des Geſtelles völlig von der Größe des Ringes aa. In dieſem Ringe ee iſt ein Kork eingekittet und ausgebohrt, ſo daß die Glasröhre darin genau paßt. kl, kl ſind zwey eiſerne Stangen, welche an den Ringen aa und ee und an der eiſernen Scheibe ll feſt gelöthet ſind. An dieſer Scheibe ll ſind die drei ausgebogenen eiſernen Füße mm, nn, oo angelöthet, auf welchen das ganze Inſtrument ruhet.

Auf ſolche Art kann die Glasröhre von oben herein in das Geſtell verſenkt, und durch die Stellſchrauben pp unwandelbar befeſtiget werden. Die Scheibe ll iſt genau in ihrer Mitte und in der Axe der Röhre, zu einer feinen Schraubenmutter durchgebohrt, welche die Schraube hh empfängt. Der Kopf qq dieſer Schraube dient zu ihrer Umdrehung. Sie trägt auf ihrem obern Ende eine eiſerne Platte, in welcher ſie ſo eingelaſſen iſt, daß ſie ſich in derſelben frey drehen kann, ohne ſie zu verlaſſen. Dieſe Platte iſt etwas kleiner als der innere Querſchnitt der Röhre, und auf derſelben iſt ein Cylinder f von weichem durchaus gleich dichten, nicht löcherichtem und oben ſehr rein abgeſchnittenem Korke feſt aufgekittet, der Beweglichkeit der Schraube unbeſchadet. Dieſes Korkſtück paßt mit etwas Gewalt in der Röhre, ſo daß es deren Raum ſehr genau ausfüllt. Sonach iſt f eine Art Stempel, welcher mittelſt der Schraube an jedem beliebigen Ort der Röhre mit der größten Genauigkeit geſtellt und erhalten

werden kann. Endlich iſt ss eine gläſerne Platte, welche an einer Seite ſehr eben, aber fein matt geſchliffen iſt.

Der Gebrauch dieſes Inſtrumentes iſt ſolgender: Man füllt zuerſt die ganze zu calibrirende Röhre mit Queckſilber, wägt dieſe Queckſilbermaſſe, und dividiret deren Gewicht durch die Zahl der Theile der Röhre, wodurch man erfährt, wie viel Gewicht die Portion Queckſilber hat, die man für jede Abtheilung in die zu calibrirende Röhre eingießen ſoll. Das Inſtrument ſoll nun dieſe Portion wiederholend anſtatt der Wage geben.

Man fülle dieſe einmal abgewogene Portion Queckſilber in die Röhre, nachdem man den Stempel ſo weit zurückgeſchraubet hat, daß man nach dem Augenmaaße beurtheilet, daß ſie ſicher hineingehen wird. Nun ſetzt man die Platte ss mit der matt geſchliffenen Seite auf bb, und hält ſie feſt darauf, während man den Stempel f langſam herauf ſchraubt, bis das Queckſilber ganz flach an die Platte anleget, und die Röhre vollkommen ausfüllt, ohne herauszuſpritzen. Dann nimmt man die Platte ab, und legt ſie noch einmal auf, um ſich zu verſichern, ob das Anlegen und Aufdrücken die vollkommene Ausfüllung der Röhre wieder bewirkt. So hat man denn alſo den Raum, den die Portion abgewogenen Queckſilbers einnimmt, am Inſtrumente genau beſtimmt. Zweifelt man an der Genauigkeit dieſer Operation, ſo fülle man eine neue ungewogene Portion Queckſilber in das Inſtrument, ſo daß es über bb ſtehe, und ſetze die Glasplatte ss auf, und wäge dann dieſe abgetheilte Portion; ſo wird ſich der etwanige Fehler zeigen und ſich verbeſſern laſſen.

Iſt nun die Stellung des Stempels genau beſtimmt, ſo laſſen ſich auf dieſe Art die Queckſilberportionen leicht und ſicher abmeſſen. Allein die Füllung der Röhre bbbb muß mit Vorſicht geſchehen, damit keine Luft ſich in dieſem Raum ſperre. Dies geſchieht ganz einfach dadurch, daß man einen länglichen papiernen Trichter dazu braucht, den man bis an den Kork f verſenken kann. Indem die

Röhre bbbb ſich füllt, zieht man den Trichter langſam herauf. Vor dem Eingießen der Queckſilberportionen in die zu graduirende Röhre müſſen die Queckſilberkügelchen, welche ſich äußerlich an die Glasröhre und auf den Ringen dd, aa anhängen, mit einer Feder weggewiſcht werden, damit ſie nicht in die zu graduirende Röhre mit einfallen. Die Theilung der Röhre in eine beliebige Zahl gleicher Theile läßt ſich alsdann ſehr leicht bewerkſtelligen.

Hiebey kommt es aber noch auf die Wirkung der Haarröhrchenkraft an, welche ſich beym Queckſilber durch eine convexe kugelähnliche Fläche und beym Waſſer durch eine Höhlung an den Oberflächen äußert. Für beydes muß die Sache ſo eingerichtet werden, daß bey der Beobachtung das Ende der flüſſigen Säule an der Baſis des Queckſilberſphäroids, oder am unterſten Punkte des Waſſermeniscus genommen werden könne. Die Kenntniß des körperlichen Inhaltes des Queckſilberſphäroids und des Waſſermeniscus geſtattet folgende leichte Correction bey der Calibrirung für alle vorkommende Fälle.

Erſter Fall. Wenn die Röhre in derſelben Stellung, als ſie calibriret worden, gebrauchet werden ſoll.

1. mit **Queckſilber**. Es ſey (Fig. 30.) aa die Baſis des Sphäroids beym Eingießen der erſten abgetheilten Portion Queckſilber. Man wäge nun eine dem Sphäroid gleiche Quantität Queckſilber ab (M. ſ. Adhäſion), und gieße ſie in die Röhre. Es ſey bb die Baſis des neuen Sphäroids, ſo iſt bb der wahre Theilſtrich, und man wird die wahren Volumina überhaupt irgend eines Raumes R haben, wenn alle übrige Theilſtriche von da an aufgetragen werden, und man von der Baſis bb an die Theilung rechnet.

2. mit **Waſſer**. Man mache bey der Theilung der Röhre die vorige Operation, und ſetze den Inhalt des Waſſer-Meniſcus, d. h. eine Höhe von 0,5‴, dem Striche bb zu; ſo wird man die wahren Räume von R haben, wenn man die Theilung vom unterſten Punkte des Meniscus rechnet.

Digitized by Google

Zweyter Fall. Wenn die Röhre in entgegengeſetzter Richtung (als Glocke) gebrauchet werden ſoll, als in welcher ſie calibriret iſt.

1. mit Queckſilber. Wenn bey dem entgegengeſetzten Aufſteigen des Queckſilbers kein Sphäroid an deſſen Oberfläche wäre, ſo würde bb der wahre Theilungspunkt ſeyn. Aber durch dieſes Sphäroid wird der Raum R vermindert. Alſo muß man bey der Calibrirung ein Sphäroid von bb abziehen; oder es giebt die Baſis aa den wahren Theilſtrich.

2. mit Waſſer. Wenn bb für den wahren Theilſtrich genommen würde, ſo hätte man für R einen Raum, der um den Waſſer-Meniscus zu groß wäre; folglich muß dieſer Waſſermeniscus abgenommen, d. h. bey der Calibrirung der Höhe 0,5''' von der Höhe ba abgezogen werden.

Dritter Fall. Wenn eine Röhre zugleich mit Queckſilber und mit Waſſer gebrauchet werden ſoll. Dies iſt nicht ohne Correction bey dem Gebrauche möglich. Man beſtimme den Strich bb oben, und nehme ihn als Theilſtrich an. Arbeitet man mit Queckſilber, ſo zieht man von dem durch die Theilung angezeigten Raum R ein Sphäroid ab. Arbeitet man mit Waſſer, ſo zieht man den Waſſermeniscus von dieſem angezeigten Raum oder 0,5''' von der Skale ab. Beyde, das Sphäroid und der Waſſermeniskus müſſen aber in Theile der Abtheilung ausgedruckt, und auf der Röhre angeſchrieben werden. Eine einfache Subtraction giebt das wahre Volumen R, inſofern es von der Theilung abhängt.

Cererium, Cerium (Cererium, Cérère) (N. A.). Herr Klaproth hatte in dem Cararit einen Foſſil, welches in der Baſtnäs-Grube in Weßmanland gefunden und von Cronſtedt zuerſt mit dem Namen Schwerſtein oder Tungſtein angeführet wird, eine eigene Subſtanz erhalten, welche durchs Glühen eine hellbraune Farbe annahm, und ſie anfänglich für eine beſondere Erde hielt. Er hatte ihr den Namen Ochroiterde (ochroita) gege-

ben *). Faſt zu gleicher Zeit beſchäftigten ſich auch die Herren Berzelius und Hiſinger mit Unterſuchung dieſer Subſtanz, erklärten ſie vielmehr für ein Metalloxyde, und gaben ihr nach dem neuen von Herrn Piazzi entdeckten Planeten, den Namen Cerium, wofür Herr Klaproth nachher die Benennung Cererium gewählt hatte [β]).

Herr Vauquelin beſtätigte durch ſeine Verſuche, daß das Cererium eine wirkliche metalliſche Subſtanz ſey, welche im Cererit als Oxyd mit Kieſelerde und etwas Eiſenoxyd verbunden enthalten iſt. Von dieſen beyden letzten Verbindungen wird das Cererium dadurch geſchieden, daß man das gepulverte Cererit mit Königswaſſer digerirt, die Auflöſung bis zur Trockne abdunſtet, die trockene Verbindung glühet, wodurch das Eiſen entfernet wird, und den weißen Rückſtand mit einer Auflöſung des Kali in Berührung bringt. Hierdurch erhält man ein weißes Oxyd, welches aus 43 Cererium, 7,5 Oxygen und 8,5 Waſſer zuſammengeſetzt iſt, und welches beym Austrocknen und Glühen ſein Waſſer verliert, dafür aber aus der Luft noch 3,75 Oxygen aufnimmt, und eine zimmtbraune Farbe erhält. Eben dieſes Cereriumoxyd iſt geruch- und geſchmacklos, unauflöslich im Waſſer und in den Alkalien, wird aber von der Salzſäure mit Entwickelung von Chlorine, und von der Schwefel- und Salpeterſäure unter Entbindung eines Sauerſtoffgas aufgelöſet. Die Verbindungen, welche dadurch entſtehen, ſind meiſtens farbenlos, ſchmecken ſüß zuſammenziehend, und werden nicht vom Schwefelwaſſerſtoff, aber von den Alkalien und von den blauſauren, bernſteinſauren und ſauren kleeſauren Salzen weiß gefällt.

Wird das Cereriumoxyd mit Kohle geglühet, ſo wird es desoxydirt; allein bis jetzt kennt man noch nicht genau die phyſiſchen Eigenſchaften dieſes Metalls, weil es in zu geringer Menge dargeſtellt wurde und ſo ſehr ſchmelz-

---

*) Annales de chimie. To. XLIX. p. 256.

β) Ebendaſ. Vol. LIV. p. 26. 199.

bar iſt, daß es noch nicht in ganzen Maſſen erhalten werden konnte.

M. ſ. Neues allgemeines Journal der Chemie. B. II. S. 303. ff. S. 397. ff. Döbereiner Anfangsgründe der Chemie. Jena. 8. 1819. S. 252. Traitè de chimie élémentaire etc. p. Thenard. To. I. p. 264.

Ceres (Zuſ. z. S. 219. Th. VI.). Dieſer vom Hrn. Piazzi zu Palermo im Jahre 1801 entdeckte Planet iſt beſonders durch die Bemühungen des Herrn Hofr. und Ritter Gauß in ſeiner Laufbahn am genaueſten und vollkommenſten verfolget worden. Er hat ebenfalls, wie die übrigen bekannten Planeten bald ſüdliche, bald nördliche Breite, und ſchneidet daher die Ecliptik in zwey Punkten (Knoten) unter dem Winkel von 10° 37′ 54″.

Nach der theoretiſchen Aſtronomie iſt dieſer Planet einer von den oberſten Planeten, und ſchließt daher die Erdbahn ein. Er macht ſeinen Umlauf zwiſchen Mars und Jupiter um die Sonne binnen 4 Jahren, 221 Tagen.

Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 58000 deutſche Meilen. Uebrigens iſt dieſer Planet 15mal kleiner als unſere Erde. Die Aſtronomen haben ihm das Zeichen (⚳) gegeben.

M. ſ. Bode's aſtronomiſches Jahrbuch an verſchiedenen Stellen.

Cerin (N. A.). Dieſen Namen hat Herr John *) einer Subſtanz gegeben, welche einen Hauptbeſtandtheil des Wachſes ausmacht. Er hatte nämlich Bienenwachs, oder das Wachs der Myticacordifolia mit einer hinreichenden Menge kochenden Alkohol digerirt, und dadurch gefunden, daß ſich das Wachs in zwey verſchiedene den Harzen ähnliche Stoffe trennt, welche ſich in Anſehung ihrer Eigenſchaften weſentlich von einander unterſcheiden; dem einen gab er den Namen Cerin, und dem andern Myricin. Die Herren Buchholz und Brandes **)

*) John's chemiſche Schriften. B. IV. S. 38. f.

**) Repertorium für die Pharmacie von D. Buchner. B. IV. H. 11. S. 145. ff.

Digitized by Google

haben dieſe Entdeckung des Herrn John durch Verſuche beſtätiget. Beyde Stoffe, das Cerin und Myricin ſind ſtarr, und von der Härte und mechaniſchen Beſchaffenheit des Wachſes, ferner eben ſo wie dieſes leicht ſchmelzbar, und in einer Temperatur, bey welcher das Wachs zerſetzet wird, entzündlich. Sie unterſcheiden ſich in folgenden Eigenſchaften: das Cerin hat ein ſpecifiſches Gewicht = 0,969, iſt weder im Weingeiſt, noch im Waſſer, ſondern mit Hülfe von Wärme nur im Aether, in ätheriſchen Oehlen und abſolutem Alkohol auflöslich, ſcheidet ſich aber beym Erkalten dieſer flüſſigen Materien größtentheils in Geſtalt einer weißen körnigen Maſſe wieder aus: 1 Theil Cerin erfordert zu ſeiner Auflöſung 16 Theile ſiedenden abſoluten Alkohols oder 42 Theile abſoluten kalten Aethers. Das Myricin iſt etwas weicher, als das Cerin, ſein ſpecifiſches Gewicht iſt = 1,000; es löſet ſich ebenfalls nur im abſoluten Alkohol und Aether auf, 1 Theil aber verlangt zur völligen Auflöſung vom erſtern im ſiedenden Zuſtande 123 und vom letztern 99 Theile; beym Erkalten oder Verdunſten der Auflöſung ſcheidet ſich das Myricin in einzelnen Flocken aus.

Die Herren Buchholz und Brandes fanden das gelbe Bienenwachs in folgenden Verhältniſſen zuſammengeſetzt:

Cerin	90	Theile
Myricin	8	—
Balſamiſch fettiger Stoff	2	—

Chevreul *) hat den Namen Cerin einem andern Stoffe gegeben, welcher ſich nach und nach im kryſtalliniſchen Zuſtande abſcheidet, wenn der Alkohol, der mit Kork digerirt worden, bis auf den ſechſten Theil ſeines Raumumfanges verdunſtet, und dann ruhig hingeſtellt wird. Dieſer Stoff beſitzt folgende Eigenſchaften: er ſieht weiß aus und iſt in kleinen Nadeln kryſtalliſirt. Bey der Siedhitze des Waſſers ſchmilzt er nicht; ſondern wird

*) Annales de Chimie. To. XCVI. p. 141.

Digitized by Google

blos weich, und ſinkt in dieſem Zuſtande im Waſſer zu Boden, während Wachs bey 145° ſchmilzt und auf der Oberfläche des Waſſers ſchwimmt. Wird er deſtillirt, oder ſonſt erhitzt, ſo erfährt er beynahe dieſelben Veränderungen, als das Wachs. Im Alkohol ſcheint er etwas auflöslicher als Wachs zu ſeyn. Salpeterſäure löſet ihn nach und nach auf und verwandelt einen Theil deſſelben in Kleeſäure.

M. ſ. Doebereiner Anfangsgründe der Chemie. Jen. 1819. 8. S. 380. Chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Th. IV. S. 222. ff.

Chinaſäure (Acidum chinicum, acide kinique) (N. A.) iſt eine eigene in der Chinarinde enthaltene Säure, die mit Kalk verbunden iſt, nachdem man dieſe Verbindung mit Hülfe des Waſſers aus der Chinarinde gezogen hat. Um nun die Chinaſäure iſolirt darzuſtellen, tröpfelt man in jene wäſſerige Verbindung ſo lange eine Auflöſung von Kleeſäure hinzu, bis kein Niederſchlag mehr erfolget. Nach einer Verdunſtung gewinnt man Kryſtalle in divergirenden Blättern, welche die Chinaſäure ausmachen. Vauquelin *) hat ſie zuerſt auf dieſe Weiſe iſolirt dargeſtellt. Dieſe kryſtalliſirte Säure beſitzet einen ſehr ſauren Geſchmack, und hat eine gelblich weiße Farbe. An der Luft iſt ſie beſtändig. Auf glühenden Kohlen ſchmilzt ſie ſehr ſchnell, bläht ſich auf, wird ſchwarz, ſtößt weiße, ſtechende Dämpfe aus und läßt nur einen ſehr geringen kohlichten Rückſtand. Mit den Alkalien bildet ſie auflösliche und kryſtalliſirbare Salze.

Chlorine ſ. Salzſäure, dephlogiſtiſirte.

Chromaſkop (N. A.) (chromascopium, chromascope) iſt ein vom Herrn Prof. Lüdicke erfundenes Inſtrument, um mittelſt deſſelben das prismatiſche Farbenbild mit Bequemlichkeit zu Stande zu bringen. Es iſt bekannt, daß es mit mancherley Unbequemlichkeiten verbunden iſt, in einem verfinſterten Zimmer die Verſuche

*) Annales de Chimie. To. LIX. p. 118. 199.

mit dem Priſma anzuſtellen. Es iſt nicht allein mühſam, eine vollkommene Verdunkelung hervorzubringen, ſondern dieſe iſt auch beſonders dem Beobachter hinderlich bey ſeinen Arbeiten und bey der Abänderung ſeiner Verſuche, weil die Oeffnung beſtändig an einerley Stelle des Fenſterladens bleibt. Nicht weniger mühſam iſt die Meſſung der Winkel, welche bey aller Vorſicht nicht viel Genauigkeit darbieten. Es iſt daher dieſe Vorrichtung des Herrn Lüdicke ſehr zu empfehlen.

Es iſt dies Inſtrument (Fig. 31.) ein viereckiger Kaſten aus gut geſchlagener doppelter Pappe, welcher bis zum Mittelpunkte der Scheibe eine Länge von 24½ Dresdner Zolle und im lichten 5¼ Zoll Höhe und 3¼ Zoll Breite hat. Er beſteht aus zwey ungleichen Theilen, mnil und ilq, welche bey il in einander geſchoben werden können. In der Rückwand des Kaſtens mnil befindet ſich bey m ein bis auf den Boden heruntergehender Schieber, auf deſſen innerer und äußerer Seite ein Maaßſtab in Decimallinien des Dresdner Zolles gezeichnet iſt, an welchen man von der Mitte aus herauf und herab zählt. Dieſer doppelte übereinſtimmende Maaßſtab wird von einer ½ Zoll breiten, von oben nach unten gehenden Rinne unterbrochen, in welcher ſich ein Schieber vorſchieben läßt, deſſen innerhalb und außerhalb bezeichnete Mitte um ſo viele Linien tiefer unter der Mitte des Inſtrumentes geſtellet wird, als es der Punkt des Ausfalls am Priſma erfordert.

Von der Rückwand des Kaſtens an erweitert ſich die eine Seitenwand, und verbindet ſich bey no mit der gekrümmten Wand nop, welche 6 Zoll breit iſt, und bey p eine hinlänglich große Oeffnung hat, um mit beyden Augen den Maaßſtab deutlich ſehen zu können. Die Entfernung dieſer Oeffnung von dem Maaßſtabe richtet ſich nach der Entfernung, in welcher die Augen des Beobachters deutlich ſehen. Der kleine Theil dieſes Kaſtens ilq iſt zur Aufnahme des Priſma und zu deſſen Stellung beſtimmt. Bey a, b, c ſieht man die vordere ¼ Zoll ſtarke Kante eines hölzernen Rohres, welches durch den

Digitized by Google

Kaſten hindurch geht, 5 Zoll lang, und nur ſo weit iſt, daß für die Kanten des Prisma, welches in daſſelbe geſchoben werden ſoll, ſchwache Einſchnitte nöthig ſind. In der Mitte ſeiner Länge iſt dieſes Rohr, um das Licht hindurch zu laſſen, in der Breite eines Zolles ſo weit durchbrochen, daß nur an den Orten, wo die Kanten des Prisma an daſſelbe anſchließen, ſchmale Leiſten übrig bleiben. Damit aber die vielen Oeffnungen nicht mehr Licht, als nöthig, hindurchlaſſen, iſt dies Rohr an dieſem Orte mit einer Röhre von Pappe umgeben, welche nur an der andern und hintern Seite ſo viel als nöthig, offen iſt. Zu eben dieſer Abſicht dienen auch die kleinen Wände (Fig. 32.) k, n, innerhalb welcher ſich die lezt erwähnte Röhre herumdrehen läßt.

Die beyden größern Kreislinien (Fig. 31.) bezeichnen die Peripherien zweyer über einander liegender Scheiben, welche ſich, jede beſonders, herumdrehen laſſen. An der unterſten Scheibe, deren Durchmeſſer $8\frac{1}{2}$ Zoll hält, befinden ſich bey d, e zwey ſenkrecht aufgerichtete kleine Tafeln, von welchen d ein Gnomon mit einer kleinen Oeffnung iſt, und e die Linie enthält, auf welche der Lichtpunkt fällt. Die Richtungslinie de geht durch den Mittelpunkt der Scheibe. Der äußere Ring dieſer Scheibe iſt etwas über die Hälfte, an dem in der Figur bezeichneten Orte, in einzelne Grade getheilet, die von dem Punkte des Sonnenzeigers e an herauf und herab gezählet werden. Bey k iſt ein Zeiger auf dem Inſtrumente befeſtiget, welcher genau die Mitte deſſelben bezeichnet und einen Vernier hat, der $\frac{1}{4}$ Grad an der Scheibe angiebt.

Die kleinere Scheibe hält im Durchmeſſer 8 Zoll und iſt mit dem hölzernen Rohre verbunden. Bey Aufzeichnung der drey Halbmeſſer bey g, h, f, in welche die Kanten des Prisma genau fallen müſſen, hat man die Vorſicht zu beobachten, daß man, ehe die Scheibe an das Rohr befeſtiget wird, die Winkel des Prisma genau mißt, den Bogen gh, hf und fg doppelt ſo viele Grade

giebt, die Halbmeſſer für dieſe Bogen zeichnet und nunmehr erſt die Oeffnung für dieſes Rohr oder die Kreisfläche abc ausſchneidet. Wenn man nun die Scheibe auf das Rohr, in welchem das Prisma befindlich iſt, ſchiebt, ſo wird man ſehr bald bemerken, ob alle drey Linien fa, hc, gb auf alle drey Kanten des Prisma genau treffen oder nicht. Im letztern Falle wird man, wenn man wegen der Richtigkeit der gemeſſenen Winkel nicht beſorgt ſeyn darf, nur den Ort aufzuſuchen haben, wo eine Kante des Prisma tiefer in das Holz geht, als eine andere, die eine ausfüllen, und die andere vertiefen. Um aber hierbey die nöthige Genauigkeit zu erlangen, und um die beabſichtigten Verſuche mit großen Oeffnungen anſtellen zu können, muß das erwähnte Prisma viel dicker im Glaſe ſeyn, als die gewöhnlichen Prisma ſind.

Die in dünne Kartenblätter geſchnittenen Oeffnungen werden unmittelbar auf die brechende Fläche des Prisma in das Rohr geſchoben. Die Oeffnungen müſſen ſo klein ſeyn, daß man beym prismatiſchen Farbenbilde keinen weißen Streifen wahrnimmt.

Das ganze Inſtrument wird auf der beweglichen Regel eines ſichern Stativs, wie es für große Fernröhre gebrauchet wird, befeſtiget, damit man dem Inſtrumente die Richtung und Elevation geben kann, welche der geſtellte Sonnenzeiger für die dermalige Sonnenhöhe nöthig hat.

Der Gebrauch dieſes Inſtrumentes erfordert einige Vorbereitung, weil die Beſtimmung des Brechungs- und Zerſtreuungsverhältniſſes mit einer genauern Darſtellung des Farbenbildes verbunden werden ſoll. Wegen des erſtern muß der Ausfallswinkel dem Einfallswinkel gleich ſeyn, und wegen des zweyten müſſen die Mittellinien beyder ausfahrenden Hauptſtrahlen auf der Auffangfläche ſenkrecht ſtehen. Beyde Endzwecke kann man nicht anders erreichen, als daß man unterſucht, wie der Einfalls- und Ausfallswinkel von den Bogen der Scheiben abhängt: Zu dieſer Abſicht iſt die Fig. 23. entworfen.

Digitized by Google

In dieſer Figur mögen nun vorſtellen: abc einen vertikalen Durchſchnitt des Prisma, nu die viereckige Oeffnung eines auf dem Prisma liegenden Kartenblattes; vu, vu die beyden einfallenden Strahlen; s das Complement des Einfallswinkels; de den Durchmeſſer des Sonnenzeigers, welcher alſo der Richtung der einfallenden Strahlen vu parallel ſeyn muß; um, uo die gebrochenen Strahlen; c den Mittelpunkt der Oeffnung, da denn, weil tu parallel um, auch mn = on iſt; w das Complement des Auffallswinkels; k die Mitte des Inſtruments und yl die Mittellinie; βm und δo die mittleren ausfahrenden Strahlen, welche der Mittellinie yl parallel ſeyn müſſen; mα, mγ, oγ und oν die Grenzlinien der Farbenſtreifen; und endlich nγ die Mittellinie alles auffallenden Lichtes; welche alſo bey γ in die gemeinſchaftliche Grenze der beyden Farbenſtreifen fällt. Es ſey nun ferner mp ſenkrecht auf oδ, und rq ſenkrecht auf nγ, folglich rq = yγ oder gleich der Tiefe der innern Grenze der Farbenſtreifen unter der Mittellinie des Inſtruments. Endlich ſey fg parallel ac, und hi parallel ab. Demnach iſt $ag + fc = 180° - alc$, alſo $ag = 90° - b$, und daher wird $s = fd = eg = ae - ag = ae + b - 90°$. Ferner iſt $bh + ai = 180° - bea$, alſo $bh = 90° - c$; $eb = aeb - ae = ec - ae$, und $eh = eb + bh$. Daher wird $w = kh = eh - ek = eb + bh - ek = c + 90° - ae - ek$. Weil nun $w = s$ werden ſoll, ſo iſt $2ae = 180° - b + c - ek$, und $ae = c + \frac{1}{2}(a - ek)$. Hieraus ergiebt ſich das Complement des Einfallswinkels $s = w = 90° - \frac{1}{2}(a + ek)$, und der Einfallswinkel ſelbſt $= \frac{1}{2}(a + ek)$.

Von den beyden Bogen ae und ek, oder von der Entfernung des brechenden Mittels vom Sonnenzeiger und des letztern von dem mittlern Punkte k hängt vorzüglich die Stellung des Inſtruments ab, welchem man alsdann eine ſolche Neigung giebt, daß der Sonnenſtrahl durch den Gnomon d auf die Linie bey e fällt.

Um mehrere Proben bey Stellung der Scheiben zu vermeiden, ſucht man den Bogen ek vorläufig, indem man das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas, 3 : 2, zum Grunde legt. Demnach hat man hier $\sin.\frac{1}{2}(a+ek) : \sin.\frac{1}{2}a = 3:2$, oder $\sin.\frac{1}{2}(a+ek) = \frac{3}{2}.\sin.\frac{1}{2}a$, woraus ſich die vorläufige Beſtimmung des Bogens ek ergiebt.

Auch für den Punkt n muß der für die Tiefe deſſelben beſtimmte Bogen vorläufig berechnet werden. Es ſey die Entfernung der Mitte der Oeffnung vom brechenden Winkel $at = an$ gemeſſen, man weiß dann $bn = ab - an$, und $bq = \frac{(ab-an)\sin.5}{\sin.tot.}$. Da ferner der Halbmeſſer des Kreiſes leicht gefunden werden kann, und der Bogen bk entweder $= ek - eb$, oder $= eb - ek$, alſo entweder $= a - ae$ oder $= ae - a$ iſt, in welchem letztern Falle b über k fällt; ſo hat man

$$br = \frac{rad.\sin.(a-ae)}{\sin.tot.} \text{ oder } = \frac{rad.\sin.(ae-a)}{\sin.tot.}$$

Im erſtern Falle iſt

$$y\gamma = rq = bq + br = \frac{(ab-an)\sin.5 + rad.\sin.(a-ae)}{\sin.tot.}$$

und im letztern Falle wird

$$y\gamma = qb - br = \frac{(ab-an)\sin.5 - rad.\sin.(ae-a)}{\sin.tot.}$$

welche berechnete Tiefe auch bey Verbeſſerung der Bogen beybehalten werden kann, da einige Grade Aenderung in den Bogen dieſe Tiefe ſehr unmerklich ändern.

Wenn man nun den Nullpunkt des kleinen Schiebers für dieſe Tiefe, oder $y\gamma = rq$ geſtellt hat, ſo verbeſſert man die Bogen ae und ek ſo lange, bis die eine gemeinſchaftliche Grenze der Farbenſtreifen auf dieſen Nullpunkt fällt, indem man hierbey jedesmal dem Inſtrumente die Stellung giebt, welche für den Sonnenzeiger erforderlich iſt. Alsdann findet man die Breiten der beyden Farbenleiſten an der Skale der Auffangfläche.

Die Winkel von Herrn Lüdicke's Prisma waren 42° 15′, 61° 45′ und 76°. Die Verſuche, welche er mit dieſem Prisma anſtellte, gaben ihm folgende Reſultate:

	die brechenden Winkel waren		
	42° 15′	61° 45′	76°
Ausfallswinkel des äußerſten Violetten	53° 35′ 41″	52° 54′ 45″	71° 4′ 27″
— — des mittleren	33° 7′ 30″	51°	69° 7′ 30″
— — des äußerſten roth. Strahls	32° 46′ 19″	50° 20′ 34″	67° 38′ 5″
Brechungsverhältniß des äußerſt. Violet, M′ : 1,	1,5352 : 1	1,5337 : 1	1,5364 : 1
— — des mittleren, m : 1	1,5162 : 1	1,5144 : 1	1,5176 : 1
— — des äußerſten Roth, M : 1	1,5019 : 1	1,5002 : 1	1,5021 : 1
die Farbenzerſtreuung M′ — m	0,0190	0,0193	0,0188
und m — M	0,0143	0,0142	0,0155
Mittlere Farbenzerſtreuung ½ (M′ + M)	0,0166	0,0167	0,0171

Hiebey bemerket Herr Lüdicke, daß die Beobachtungen mit Hülfe des dritten brechenden Winkels von 76° weniger zuverläſſig ſind, indem ſein Prisma gerade an dieſer Stelle die meiſten Luftbläschen und Winden enthielt.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVI. S. 127. ff.

Chromium (Chromium, Chrome) (N. A.) iſt ein vom Herrn Vauquelin *) im Jahre 1797 entdecktes Metall, welches er mit dem Namen Chromium (von χρῶμα, Farbe) dieſerwegen beleget hatte, weil es die Eigenſchaft beſitzet, andern Stoffen in einem hohen Grade Farben mitzutheilen. Es findet ſich mit Oxygen verbunden als Säure im rothen Bleyerze und als Oxyd im Chromeiſen, im Smaragd, in Serpentin, und in den meiſten der grünfarbigen Steine der Talkordnung, aus welchen Verbindungen es durch Glühen derſelben mit Natron geſchieden und durch nachherige Fällung des entſtandenen chromſauren Natrons mit ſalpeterſaurem Baryt und Zerſetzung des gebildeten chromſauren Baryts durch Schwefelſäure erſt als Säure und dann durch heftiges Glühen der letzten mit Kohle rein oder metalliſch dargeſtellt werden kann. Das Chromium iſt von Farbe weiß,

*) Annales de Chimie. T. XXV. p. 21. sq. &. 194 sqq.

ſpröde, höchſt ſtrengflüſſig und ſchwer verbrennlich. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt = 5,900.

Chromſäure (Accidum chromicum, acide chromique) (N. A.) iſt eine Verbindung von 26 Chromium und 22,5 Sauerſtoff. Mit Alkalien bildet ſie gelbe Salze, welche in Säuren aufgelöſtes Bleyoxyd orangegelb, Queckſilberoxyd zinnoberroth, und Silberoxyd carminroth niederſchlagen. Die Säure ſelbſt bildet für ſich rubinrothe Kryſtalle, welche vom ſauren Geſchmack ſind, ſich im Waſſer leicht auflöſen und in hoher Temperatur Sauerſtoffgas von ſich geben und in ein grünes Pulver verwandelt werden, welches Chromoxyd, eine Verbindung von 26 Chromium mit 11,25 Sauerſtoff iſt. Die Alkalien verwandeln im Feuer und beym Zutritt der Luft das freye ſowohl, als auch das mit andern Stoffen verbundene Chromoxyd in Chromſäure.

M. ſ. Döbereiner Anfangsgründe der Chemie. Jen. 1819. 8. S. 222.

Chryophorus (Chryophorus) (N. A.) iſt ein von D. Wollaſton angegebenes Inſtrument, durch welches man auf eine ſehr leichte Art das Gefrierenmachen in einer Entfernung bewirken kann. Es beſteht dies Werkzeug in folgenden: man nimmt eine Glasröhre von willkührlicher Länge z. B. von der Länge der Barometerröhren, bläſet an jedem Ende derſelben eine Kugel an, die ungefähr den vierfachen Durchmeſſer der Röhre hat (etwa 1 Zoll), zieht die eine in eine Spitze aus, füllt die andere mit Waſſer beynahe voll, und bringt dies ins Kochen. Wenn die Waſſerdämpfe die Luft ausgetrieben haben, ſo ſchmelzt man die Spitze der obern Kugel vor dem Löthrohre zu auf ähnliche Art, wie im Waſſerhammer. Die eine Kugel bleibt dann noch etwa bis zur Hälfte mit Waſſer gefüllt, und der ganze Apparat iſt faſt luftleer. Dicht vor der Kugel wird die Röhre in einen rechten Winkel gebogen. Taugt man alsdann die leere Kugel in eine Mengung von Salz und Schnee, ſo friert das Waſſer in der andern Kugel in wenigen

Minuten, ob es gleich von der Froſtmiſchung entfernet iſt, vermöge der ſchnellen Condenſirung der Waſſerdämpfe in der leeren erkalteten Kugel. Dieſes Verfahren läßt ſich in einer drey Fuß langen Röhre, ſo oft man will, wiederholen, wobey man ſehr deutlich die Wirkungen der Extraction der Wärme, die das Waſſer verläßt, gewahr wird.

D. **Wollaſton** hat dieſem kleinen Inſtrumente den Namen **Chryophorus** (Kälteträger von χρυος und φερω) gegeben, weil in demſelben die Wirkung einer Froſtmiſchung auf Waſſer übertragen wird, das einige Zolle, ja ſelbſt einige Fuße von der erkälteten Miſchung entfernt iſt.

Herr D. **Marcet** fand, daß daſſelbe ſich in weniger als Einer Minute ohne Froſtmiſchung bewerkſtelligen laſſe, wenn man die leere Kugel mit Leinwand überziehet, dieſe mit Aether befeuchtet, und dann die Luft um ſich her verdünnt, ſelbſt wenn die Luftpumpe nur ſehr mittelmäßig auspumpt.

Er hatte in der einen Kugel eines Chryophorus ein kleines Thermometer einſchmelzen laſſen; als ſich das Waſſer in dieſer Kugel befand, ſank das Thermometer bis auf 20° Fahr. (gleich — $5\frac{1}{3}$° Reaum.) ja in einem Falle noch um 2 bis 3 Grad tiefer, bevor es gefror.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVIII. S. 175. f.

Chymie (Zuſ. z. S. 575. Th. I.). Die Chemie hat in den neuern Zeiten ungeheuere Fortſchritte gemacht. Hierzu wirkten nicht allein die eifrigen Vertheidiger der neuern Chemie, ſondern auch die Gegner derſelben, welche, indem ſie äußerſt bemüht waren, durch neue Beobachtungen und Verſuche ſelbige umzuſtoßen, weſentlich dazu beytrügen, ſie noch mehr zu befeſtigen und zu erweitern. Selbſt die kritiſchen Unterſuchungen, welche die neuern Naturphiloſophen über das Weſen der Materie überhaupt angeſtellt haben, ſind der neuern Chemie ungemein förderlich geweſen. Die wichtige ſogenannte Affinitätslehre gab ſchon Veranlaſſung genug, daß man mit der alten

Digitized by Google

atomiſtiſchen Lehre unmöglich ausreichen könne. Mögen auch die neuern Naturphiloſophen in ihrer Behauptung zu weit gegangen ſeyn, ſo haben ſie doch ohnſtreitig die Gelegenheit gegeben, daß die Chemiker ſowohl als überhaupt die Naturforſcher ganz andere und weit richtigere Anſichten von den gegenſeitigen Einwirkungen verſchiedener Materien erhielten, und es ſind daher die kritiſchen Bemerkungen des Herrn Chenevix über die deutſchen Naturphiloſophen nicht zu billigen. Nur bey der Vorausſetzung, daß die Materie durch eigene Kräfte in einander wirken, brachte **Bertholet** ein Werk zu Stande, welches ein ganz neues Licht über die Verwandtſchaften verbreitete. **Prouſt** erforſchte genauer die chemiſchen Verhältniſſe mehrerer Metalle, und beſtritt mit Erfolg Bertholet's Affinitätslehre. **Fourcroy** und **Vauquelin** unternahmen beſonders genauere Analyſen organiſcher Subſtanzen und verſchiedene andere wichtige Unterſuchungen. Der letzte entdeckte bey ſeinen vielen analytiſchen Arbeiten das Chromium, die Süßerde, und ſehr viele Pflanzenſtoffe. Die wichtigſten und zahlreichſten Arbeiten in der analytiſchen Chemie, jedoch faſt ausſchließend nur mit der Erforſchung der Zuſammenſetzung der Mineralkörper hat unter den Deutſchen **M. Heinr. Klaproth** geliefert. Er entdeckte die Zirkonerde, das Titanium, Uranium und Tellurium. **Richter** gründete in ſeiner Stöchiometrie die Lehre von den beſtimmten und einfachen Gewichtsverhältniſſen, nach welchen ſich die verſchiedenen Subſtanzen vereinigen. **Smithſon Tennant** war der Erſte, der aus der Kohlenſäure die Kohle abſchied; auch entdeckte er das Osmium und Irridium. **Wollaſton** fand in der Platina das Paladium und Rhodium.

Durch die von **Galvani** entdeckte galvaniſche Elektricität, welche beſonders **Volta** durch ſeine elektriſche Säule ſo ſehr zu verſtärken lehrte, ward dem Chemiker ein ganz neues Feld eröffnet, Subſtanzen zu zerlegen, welche man vorher für einfach gehalten hatte, wodurch nicht allein **Lavoiſier's** Lehre von der Zuſammenſetzung

des Waſſers beſtätiget, ſondern auch im Jahre 1807 mit Hülfe ſehr ſtarker elektriſcher Säulen durch Davy die bis zu dieſer Zeit unzerſetzten Alkalien und Erden in eigenthümliche Metalle und in Sauerſtoff zerleget wurden. Ueberdem ſuchte er auch durch die galvaniſche Elektricität die Lehre der Flamme und die Verbindungen der Chlorine in ein helleres Licht zu ſetzen. Um dieſelbe Zeit, als Davy dieſe Entdeckungen machte, unterſuchten auch Gay-Luſſac und Thenard die Metalle der Alkalien und die Chlorverbindungen, und ſtellten die erſten genauen Zerlegungen nicht verdampfbarer organiſcher Subſtanzen in ihre Elemente an. Außerdem erweiterte erſterer die Lehre von der Wärme, beſonders von der Verdampfung, unterſuchte viel genauer die Verbindungen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten, und brachte ſie auf einfache Maaßverhältniſſe, entdeckte die waſſerfreye Blauſäure und das Cyan, und erforſchte das von Courtois entdeckte Jod nach ſeinen chemiſchen Beziehungen am genaueſten.

Berzelius wurde durch den hohen Grad von Genauigkeit, welchen er bey der Unterſuchung der Gewichtsverhältniſſe, nach welchen ſich die verſchiedenen Subſtanzen vereinigen, anwendete, auf die Beſtätigung der beynahe in Vergeſſenheit gerathenen Richterſchen ſtöchiometriſchen Anſichten geleitet. Durch ſeine vielfältigen Arbeiten fand er faſt bey allen einfachen Stoffen das Gewicht auf, nach welchen ſie ſich mit andern vereinigen. Nachdem er Klaproth's Methoden in der Analyſe die Mineralkörper noch weiter vervollkommnete, zerlegte er viele neue Foſſilien, wobey er das Cerer, die Thorine, das Selin und zum Theil auch das Lithion als neue Stoffe entdeckte. Zu gleicher Zeit mit Berzelius und weniger von Verſuchen unterſtützt, entwickelte auch Dalton die Richterſche Lehre unter einem etwas verſchiedenem Ausdrucke, und gründete darauf eine eigene atomiſtiſche Chemie.

Endlich entdeckte Thenard noch, daß ſich der Sauerſtoff mit einer bewunderswürdigen Kraft im Waſſer ver-

Digitized by Google

dichten laſſe, und dadurch Eigenſchaften erhalte, welche an das Wunderbare grenzen.

Von allen dieſen wird unter den gehörigen Artikeln das Nöthigſte und Wichtigſte mitgetheilet werden.

Bey dieſem außerordentlichen Fortſchreiten der neuern Chemie iſt jedoch die faſt von jedem Chemiker neu gemachte Nomenklatur ein vorzügliches Hinderniß derſelben. Techniſche Ausdrücke ſind freylich in jeder Wiſſenſchaft und in jeder wiſſenſchaftlichen Kunſt, wie dies die Chemie iſt, höchſt nothwendig; allein man findet doch in keiner einzigen andern wiſſenſchaftlichen Unterſuchung ſo viele neu gebackene Wörter, als in der Chemie. Dadurch muß offenbar derjenige, der ſich dem Studium der Chemie widmet, eine geraume Zeit, unnöthiger Weiſe verlieren, um ſich nur erſt die unendlich verſchiedenen Namen derſelben Stoffe bekannt zu machen. Sollten ſich nicht die Chemiker endlich mit den Herren Berzelius und Gilbert vereinigen, die von jenem vorgeſchlagenen lateiniſchen, und von dieſem überſetzten deutſchen Benennungen der unendlich verſchiedenen Stoffe, welche einer chemiſchen Unterſuchung unterworfen werden, als allgemein anzunehmen?

Von den außerordentlich vielen chemiſchen Schriften führe ich nur folgende an:

Richter Anfangsgründe der Stöchiometrie oder Meßkunſt chymiſcher Elemente. Th. I—III. Breslau, 1792 — 1794. 8. *Bertholet* recherches sur les lois de l'affinité. Paris 1801. überſ. von Fiſcher. *Bertholet* essai de statique chimique. Paris 1803. überſ. von Fiſcher. Dalton neues Syſtem des chemiſchen Theils der Naturwiſſenſchaft. überſ. von Wolff. Berl. 1812. 8. Berzelius über die chemiſche Proportion und die chemiſchen Wirkungen der Elektricität, nebſt Tabellen über die Atomgewichte u. ſ. w., überſ. von Blöde. Dresden, 1820. Die chemiſche Meßkunſt, oder Anleitung die chemiſchen Verbindungen nach Maas und Gewicht auf eine einfache Weiſe zu beſtimmen, von J. L. G. Meinecke. Halle und Leipzig 1815. 2ter Band 1818. Lehrbuch der

Digitized by Google

Stöchiometrie von D. C. G. Biſchof. Erlangen 1819. 8. Klaproth's und Wolff's chemiſches Wörterbuch. Berlin 1807 — 1810. 5 Bände, nebſt den drey Supplementbänden. John's Handwörterbuch der allgemeinen Chemie. Leipzig und Altenburg 1817. 1818. 8. Kaſtner's Einleitung in die neuere Chemie ꝛc. Ad. Ferd. Gehlen neues Journal der Chemie. Berlin 1803 – 1806. Journal für Chemie, Phyſik und Mineralogie von D. Gehlen. IX Bände. Berlin 1806 — 1810. Journal für Chemie und Phyſik, herausgegeben von D. Schweigger. Nürnberg, 1811. 1 – 28ſter Band. 1820. wird fortgeſetzt. Almanach oder Taſchenbuch für Scheidekünſtler und Apotheker von Goekling. Jahrg. I – XIII. 1780 — 1802 mit 4 kleinen Regiſterbänden; fortgeſetzt von Bucholz von 1803 — 1818; Jahrgang 1819 von D. Brandes, Jahrg. 1820 von Trommsdorf. wird fortgeſetzt. Trommsdorf Journal der Pharmacie für Aerzte und Apotheker. XXVI Bände; neues Journal der Pharmacie bis 1820. 4 Bände. wird fortgeſetzt. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I — XXX. 1799 — 1808. Neue Annalen als Fortſetzung I — XXX. 1809 — 1818 (XXXI — LX.); Annalen der Phyſik und phyſikaliſchen Chemie I — V. 1819. 1820 (LXI — LV.). Annales de chimie. To. I — XCVI. 1789 — 1815. Annales de chimie et de physique. To. I — X. 1820. wird fortgeſetzt. Annales of Philosophy, by *Thom. Thomson.* Lond. To. I — XII. wird fortgeſetzt. *Brugnatelli* Annali di Chimica. Pavia. To. I — XXI. 1790 — 1802. deſſen Giornale di Fisica, Chimica e storia naturale. To. I — X. Pavia. 1808 — 1818.

Citronenſäure (Zuſ. z. S. 578. Th. I.). Durch die Bemühungen der neueren Chemiker, beſonders der Herren Gay-Luſſac, Thenard u. Berzelius, iſt das Verhältniß ihrer Beſtandtheile alſo gefunden worden: 2 Antheile Kohlenſtoff, 2 Antheile Waſſerſtoff und 4 Antheile Sauerſtoff.

Cohäſion (Zuſ. z. S. 602. Th. I.). Im Ganzen genommen kann ich die unter dieſem Artikel gemachten

Digitized by Google

Bemerkungen über das allgemeine Phänomen der Cohäſion bis jetzt noch nicht aufgeben. Die Anſichten der neuern Naturforſcher und Chemiker über dieſen Gegenſtand ſind verſchieden. Bertholet, Biot, la Place und überhaupt die franzöſiſchen Phyſiker betrachten die Anziehung im Allgemeinen und die Anziehung in der Berührung als Eine in der materiellen Natur ſich befindende Kraft, welche ſich in der Entfernung nach der Maſſe richtet, und in der Berührung durch die gegenſeitige Einwirkung der ſich berührenden Stoffe verſchiedentlich modificirt wird. Nach dieſer Meinung beruhet alſo auch die chemiſche Anziehung auf dieſer einzigen Kraft. Sie hat in Frankreich beſonders durch die ſo fruchtbare Anwendung des Herrn la Place in der Auffindung der allgemeinſten Geſetze der Haarröhrchenerſcheinungen allgemeinen Eingang gefunden. Andere Phyſiker und Chemiker hingegen unterſcheiden mit Recht die Anziehung in der Ferne von der Cohäſion. Da aber die Cohäſion mit der Vorſtellung der Materie überhaupt in der engſten Verbindung ſteht, ſo findet ſich auch bey der andern Meinung eine große Verſchiedenheit. Die neuern Atomiſtiker nehmen die Vorausſetzung an, daß die wahren Elemente einer Körpermaſſe die gleichartigen Grundformen oder Atome ſind, welche nach einigen nur eine einzige Grundkraft, nämlich die anziehende, nach andern aber noch außerdem eine weſentliche zurückſtoßende Kraft beſitzen. Die Dynamiker hingegen nehmen durchaus nicht an, daß die Materie ein Apparat von Atomen oder Grundkörperchen ſey, ſondern daß vielmehr die Geſtaltung der Materie durch die beyden Grundkräfte, der anziehenden und abſtoßenden Kraft bewirkt werde. Nach der Vorſtellung der Atomiſtiker iſt alſo die Cohäſion eine allgemeine Erſcheinung des Zuſammenhangs der Atome einer Körpermaſſe, welche von der anziehenden Kraft derſelben gegen einander bewirket wird. Sie unterſcheiden ebenfalls mechaniſche und chemiſche Cohäſion. Die mechaniſche Cohäſion findet nur bey gleichartigen Materien ſtatt, und ihre Geſetze laſſen ſich mit Hülfe der

Mathematik entwickeln. Die chemiſche Cohäſion aber, welche allein bey ungleichartigen Stoffen in der Berührung wahrgenommen wird, richtet ſich nicht nach der Quantität, ſondern nach der Qualität, und wird folglich durch die qualitative Anziehung der verſchiedenen Stoffe gegen einander beſtimmt. Nach der Erfahrung iſt die Dichtigkeit eines chemiſchen Produktes mit der chemiſchen Cohärenz keinesweges proportional; daher ſuchen die Atomiſtiker den Grund dieſer Erſcheinung in der Form der Atome und in der verſchiedenen Lage, in welcher ſie ſich unter Einwirkung der ſogenannten Imponderabilien unter einander verbinden. Da aber die Annahme der Atome auf Fiktionen beruhet, und weder durch Erfahrung noch aus dem allgemeinen Begriff der Materie bewieſen werden kann, ſo iſt hiernach gar nicht einzuſehen, wie eine qualitative Anziehung der verſchiedenen Materien, welche in Berührung kommen, entſtehen kann, indem die verſchiedenartigen Materien doch nur durch die verbindenden Kräfte derſelben bis zu den Atomen getrennt, und blos unter einander vermengt wären. Dagegen beweiſet aber die dynamiſche Lehrart, daß keine Materie ohne abſtoßende und anziehende Kraft gedacht werden kann. Es liegt alſo nach dieſer Lehrart der Grund der chemiſchen Cohäſion in dem unendlich verſchiedenen Conflikte der beyden Grundkräfte der in Berührung kommenden verſchiedenen Materien gegen einander. Da ſich aber für die chemiſchen Wirkungen auf einander kein Begriff auffinden läßt, der conſtruirt werden könnte, d. h. da ſich kein Geſetz der Annäherung oder Entfernung der Theile angeben läßt, nach welchem etwa in Proportion ihrer Dichtigkeiten u. dgl. ihre Bewegungen ſammt ihren Folgen in der reinen Anſchauung dargeſtellt werden könnten; ſo ſcheint es mir auch nach dieſer Lehre ein eitles Unternehmen zu ſeyn, die Möglichkeit der chemiſchen Cohäſion nur im mindeſten begreiflich zu machen, weil dabey keine Mathematik angewendet werden kann. Indeſſen hat meiner Einſicht nach doch die dynamiſche

Digitized by Google

lehre einen Vorzug ſelbſt vor der neuern atomiſtiſchen Lehre, indem erſtere keine Fiktionen von Atomen bedarf, ſondern das Phänomen blos aus dem Zuſammentreffen beyder Grundkräfte zu erklären ſuchet, welche erſt der Materie ihre Geſtaltung geben. Uebrigens ſ. m. noch die Artikel: Verwandtſchaft, Prozeß, chemiſcher.

Columbium (jetzt Tantalium) (Zuſ. 3. S. 221. Th. VI.). Herr Wollaſton hat durch Verſuche dargethan, daß das hier angeführte von Hatſchett entdeckte Columbium völlig einerley iſt mit dem von Eckeberg in Schweden entdeckten Metall, das er Tantalum genannt hatte, und unter dem Artikel: Tantalum B. VI. S. 724.) beſchrieben iſt. Er fand, daß Columbit und Tantalit ſich ſo ähnlich ſind, daß es außerordentlich ſchwer fällt, ein unterſcheidendes Merkmal zwiſchen beyden aufzufinden; auch die chemiſche Analyſe gab ihm in beyden dieſelben drey Beſtandtheile: nämlich ein weißes Oxyd, gebunden an Eiſenoxyd und Manganoxyd. Auch verhält ſich das aus dem einen oder andern geſchiedene weiße Oxyd völlig auf gleiche Art. Der einzige auffallende Unterſchied betrifft die Verſchiedenheit des ſpecifiſchen Gewichtes bey dem Columbit und Tantalit, welches Hatſchett bey dem erſtern = 5,918, Eckeberg bey dem letztern = 7,953 fand. Dies läßt ſich aus der geringen Abweichung in den Miſchungsverhältniſſen nicht erklären. Wollaſton meint, daß dieſe Erſcheinung entweder von dem verſchiedenen Oxydationszuſtande der beyden Oxyde, (welcher ſich aber bey ſeinen Verſuchen nicht beſtimmen ließ) oder von dem Zuſtande der Aggregation, oder auch wohl von kleinen Höhlungen, die vielleicht im Columbit enthalten ſeyn mögen, herrühren könne.

Herr Berzelius hat dieſem Metalle dem Nahmen Tantalium gegeben, der nunmehr auch allgemein angenommen zu ſeyn ſcheint.

M. ſ. Nicholſon's Journal. N. XXV. p. 23. Gilbert's Annalen der Phyſik B. XXXVII. S. 98. ff. Neues Journal der Chemie u. Phyſik B. I. S. 520. ff.

Digitized by Google

Compreſſionsmaſchine (Zuſ. z. S. 612. Th. I.). Herr Cuthbertſon *) hat eine Compreſſionsmaſchine verfertiget, welche beſtimmt war, durch Verſuche auszumachen, was für Wirkungen die Verdichtung auf Gasarten und deren Gemiſch hervorbringe. Es hatte ſich nämlich Herr Northmore vorgenommen, dergleichen Verſuche anzuſtellen, wozu ihm der unter dem Artikel: Feuerzeug, prismatiſches, angegebene Verſuch Veranlaſſung gegeben hatte, und dazu mußte er eine eigene Condenſationspumpe haben. Dieſe Pumpe beſaß ein ſeitwärts angebrachtes federndes Ventil, durch welches die Gasarten aus einer mit einem Hahne verſehenen Blaſe in den Stiefel hineintreten konnten. Mit dieſem Stiefel war eine Verbindungsröhre mit federnden Ventil luftdicht verbunden, wodurch die Gasarten in einen mit dieſer Verbindungsröhre zuſammenhangenden gläſernen Recipienten hineingepreßt wurden. Die einzelnen Theile der Verbindungsröhre ſtellen die Fig. 34. 35. 36. 37. dar. Die Röhre wird bey a, Fig. 34. auf die Condenſationspumpe aufgeſchraubt, vermittelſt eines Schlüſſels, der ſie bey b faßt; eben ſo Fig. 35., d auf c, und der Glasrecipient auf e. Das federnde Kegelventil, Fig. 37. mit ſeiner Hülle, Fig. 36. liegt in der Verbindungsröhre, Fig. 35. e, ſo daß der Kegel in die koniſche Höhlung am Ende c, Fig. 34. paßt, in welche er eingeſchmirgelt iſt, und daß die Hülle, welche auf das obere Ende von e, Fig. 35. aufgeſchraubt wird, ſich in der Weitung f befindet. Alle Schrauben ſind mit geöhltem Leder verſehen und ſchließen luftdicht.

Die Verſuche des Herrn Northmore ſind nicht mit der gehörigen Genauigkeit angeſtellet worden, daß man ſich auf die von ihm gefundenen Reſultate ſicher verlaſſen könnte. Indeſſen lehren ſie doch ſo viel, daß Luftarten im condenſirten Zuſtande einige merkwürdige Erſcheinungen geben, und es wäre daher wohl der Mühe werth, dergleichen Verſuche häufig anzuſtellen.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik B. XXX. S. 284. ff.

Digitized by Google

Condenſator (Zuſ. z. S. 229. Th. VI.). Herr Wilſon *) hat einen Condenſator der Elektricität beſchrieben, welcher zugleich als Duplikator derſelben gebrauchet werden kann, nebſt einigen damit angeſtellten Verſuchen. Die Fig. 38. ſtellten denſelben etwa in der Hälfte ſeiner Größe dar. Die Platten A, B, C, D und E werden von Glasfüßen getragen, welche oberhalb mit Siegellack überzogen ſind; nur die Platte F ſteht auf einem Drahte, welcher unten ein Gewinde hat, wodurch ſie der Platte E genähert, und von ihr entfernt werden kann. Bey 3 befindet ſich eine Schraube, welche an den Glasfuß der Platte trifft und die Entfernung der Platten beſtimmt, wenn ſie einander genähert werden. Die Platten A, C und E ſtehen auf dem Bodenbrette feſt; B und D aber ſtehen auf den Hebeln L, I, welche ſich um die Stifte p, p in horizontaler Ebene drehen laſſen, und durch die Leiſte R mit einander verbunden ſind. Bey der Bewegung des Hebels L bewegen ſich die Platten B und D entgegengeſetzet, und nähern ſich folglich beyde zu gleicher Zeit der Platte C, oder entfernen ſich von ihr. Die Flächen der Platten ſind eben geſchliffen, und die Platten ſind ſo aufgeſtellet, daß, wenn nicht die Schrauben 2, 2 die Bewegung der Hebel hindern, die Fläche von B ſich genau auf die Fläche von A, und die Fläche von D auf die von C anlegen. Die Schrauben 2, 2 hemmen die Bewegung bey einem ſehr kleinen Abſtande, welcher durch Drehung der Schrauben vergrößert, oder verkleinert werden kann.

Will man dies Inſtrument als einfachen Condenſator gebrauchen, ſo bringt man die Platte B ſo nahe an A, als es die Schraube 2 verſtattet. Die Drähte b und f berühren ſich dann einander, und verbinden die Platte B mit der Erde, wodurch die Capacität von A vergrößert wird. Bey dieſer Vermehrung der Capacität wird die Platte A von einem elektriſchen, mit ihr in Berührung

*) Gilbert's Annalen der Phyſik B. XLII. S. 376. ff.

Digitized by Google

gebrachten Körper eine größere Ladung von Elektricität annehmen; und bewegt man hierauf B zurück, ſo iſt die Elektricität in A mehr verdichtet, als ſie ohne Annäherung der Platte B geweſen wäre. Allein dieſe Intenſität wird nicht größer als die des elektriſchen Körpers ſeyn, wenn deſſen Oberfläche nicht größer iſt, als die Oberfläche der Auffangeplatte A; denn ein Condenſator vermehrt nicht die Quantität der Elektricität, ſondern er ſammelt ſie bloß in einem kleinern Raume, als wo ſie vorher war.

Wenn daher die Elektricität eines ſehr kleinen Körpers unterſuchet werden ſoll, ſo wird der einfache Condenſator dieſer Abſicht kein Genüge thun. In einem ſolchen Falle muß man ſich anderer Mittel bedienen, beſonders Cavallo's Multiplikator der Elektricität. Das Inſtrument kann nun auch wirklich ſo wohl als ein einfacher als auch als ein doppelter Multiplikator angewendet werden. Denn wenn die Platte B in der Nähe von der Platte A ſteht, und nicht iſolirt iſt, wird A eine größere Ladung annehmen, als wenn B nicht nahe geweſen wäre; und weil die Platte B nicht iſolirt iſt, wird A in ihr einen entgegengeſetzten Zuſtand von beynahe gleicher Intenſität hervorbringen. In dem Augenblicke, als man mit dem Hebel die Platte B von A entfernet, wird die Berührung der Drähte b und f aufgehoben, und die Platte B iſolirt; ſie bleibt daher im negativen Zuſtande, und ſo wie ſie ſich von A mehr entfernet, wird die Intenſität ihrer Ladung zunehmen, ſo viel als es die Ladung der Platte A verſtattet, und ſie wird daher geſchickt ſeyn, einem andern Condenſator beynahe den ganzen angenommenen negativen Zuſtand mitzutheilen.

Indem aber die Platte B von A fortrückt, nähert ſich D der Platte C und bringt in einer kleinen Entfernung von ihr die Drähte d und g in Berührung. Dadurch wird die Scheibe mit der Erde verbunden, und daher bilden nun die beyden Platten D und C einen Condenſator. In demſelben Augenblicke aber, als die Drähte d und g einander berühren, kommen auch die Drähte b und c in

Berührung, daher denn beynahe die ganze Ladung von B der Platte C zugeführet wird, und dieſe verſetzt die Platte D in den entgegengeſetzten Zuſtand als den, welchen die Ladung der Platte A in der Scheibe B bewirkte, d. h. in demſelben Zuſtande, als A. In demſelben Augenblicke, als die Platte B wieder aus der Nähe von C zurückgeruckt wird, entfernt ſich auch die Platte D von ihr, und zugleich wird die Berührung der beyden Drähte d und g aufgehoben und D iſolirt; dieſe Platte behält alſo ihre mit A gleichartige Ladung. Bey fortgeſetzter Bewegung kommt wiederum die Platte B in die Nähe von A und entfernt ſich D von C, bis die Drähte b und f und zu gleicher Zeit die Drähte d und e einander berühren. Wenn nun die Platten E und F einander nahe ſind, ſo bilden ſie einen dritten Condenſator, und beynahe die ganze Ladung von D wird der Platte E auf dieſelbe Art mitgetheilt, wie ſie ſich von B auf C fortpflanzte. Die Platte B erſetzt zu gleicher Zeit ihre Elektricität, indem ſie in die Nähe von A kommt, und dieſe Elektricität wird der Platte C mitgetheilt, welche in D den entgegengeſetzten Zuſtand hervorbringt, der von D der Platte E mitgetheilet wird. Da dieſe Erfolge bey jedesmaliger Vor- und Rückwärts-Bewegung wiederholt werden, ſo nimmt die Ladung von C bey jeder Bewegung des Hebels zu, indeß die Ladung in A dieſelbe bleibt, und wenn auch nach irgend einer Zahl von Bewegungen die Platte C ſo ſtark geladen worden, daß ſie von B nichts mehr annehmen kann, wird die Wirkung doch noch zwiſchen D und E fortdauern. Da die Ladung der Platte E wächſt, während die Ladung der Platte C unverändert bleibt, erhält E eine Ladung, welche um ſo vielmal größer als die Ladung von C iſt, als dieſe größer wie die Ladung von A iſt, welches deutlich erhellet, wenn die Platte F von der Platte E entfernt wird.

Schraubt man den Draht a in die Platte A, verbindet ihn mit der Platte E mittelſt des Drahtes 4, 5, ſo beſitzt das Inſtrument alle Eigenſchaften eines Verdopplers

der Elektricität. Denn alsdann wird die ganze, der Platte E mitgetheilte Ladung, welche von derſelben Art, als die in A iſt, der Platte A mitgetheilt; die Elektricität dieſer Platte nimmt alſo immerfort an Intenſität zu, und bringt bey jeder Bewegung des Hebels eine größere Wirkung auf B u. ſ. w. hervor. Und hierbey finden keine Grenzen der Vermehrung ſtatt, bis die Intenſität der Ladung ſo groß wird, daß ſie von einer Platte in die andere in Funkengeſtalt überſpringt.

Die vielfältigen Verſuche, welche Herr Wilſon mit dieſem Inſtrumente angeſtellet hatte, ſchienen ſeinem Zwecke aufs genügendſte zu entſprechen; nur bemerkte er, daß nach dem Laden deſſelben mit poſitiver Elektricität, die von ſelbſt erzeugte Elektricität allezeit poſitiv war, und daß, wenn es negative Elektricität erhalten hatte, die von ſelbſt erzeugte Elektricität nur eine gewiſſe Zeitlang nach dem Laden negativ war, und nachher poſitiv wurde. Es wurde daher eine deſto größere Anzahl Bewegungen des Hebels erfordert, um das Elektrometer mit negativer Elektricität zum Divergiren zu bringen, je länger es nach dem Laden mit negativer Elektricität geſtanden hatte; wenn es dagegen poſitiv geworden war, wurde, je länger es geſtanden hatte, eine deſto kleinere Anzahl der Bewegung des Hebels erfordert, um das Elektrometer mit einem gewiſſen Grade poſitiver Elektricität zu verſehen. Dies blieb jedoch innerhalb gewiſſer Grenzen. Herrn Wilſon war dieſe Verſchiedenheit auffallend; nach einiger Ueberlegung aber vermuthete er, daß von den Platten, welche von Kupfer waren, jede die Eigenſchaft beſäße, eine gewiſſe kleine Ladung Elektricität Einer Art leichter als die andere Art anzunehmen, und daß, wenn die Platten ſich ſelbſt überlaſſen blieben, ſie dieſe ihre natürliche Elektricität zeigten. Durch ſehr viele Verſuche glaubte er, daß dieſe ſeine Vermuthung gar keinem Zweifel unterworfen wäre. Vorzüglich beſtätigte dieſelbe beſonders folgender Verſuch: Es wurde das Inſtrument mit negativer Elektricität geladen, und alsdann, ohne es

Digitized by Google

zu entladen, 24 Stunden ſtehen gelaſſen; 16 Bewegungen des Hebels brachten darauf das Elektrometer zum Divergiren mit poſitiver Elektricität.

Herr Bohnenberger *) hat ein einfaches Mittel angegeben, mit Hülfe einer trocknen Volta'ſchen Säule die Verſtärkungszahl eines gegebenen Condenſators der Elektricität zu finden. Man nehme nämlich eine elektriſche Säule von etwa 1000 Doppelſcheiben von Gold- und Silberpapier, und beobachte die größte Divergenz, welche ſie an dem Elektrometer hervorbringt, welches man mit dem Condenſator verbinden will. Dieſe betrage 10°. Hierauf ſetze man eine kleinere elektriſche Säule aus ſo vielen Schichten deſſelben Gold- und Silberpapiers zuſammen, als hinreichen, den Condenſator bis zu einer Elektricität von mittlerer Spannung zu laden, daß er z. B. nach abgehobenem Deckel eine Elektricität von 10 bis 12° zeige, wenn das Elektrometer bis auf 20 oder 30° gehet. Geſetzt die Platten des Condenſators beſtehen aus Meſſing, und man habe 20 Doppelſcheiben gebrauchet, um durch Berührung mit dem Ende der Säule, wo das Silber ſichtbar iſt, während der andere Pol ableitend berührt wurde, ihn ſo zu laden, daß das Elektrometer nach aufgehobenem Deckel des Condenſators 16° zeige. Da die 20 Elektromotore, aus welchen bey dieſem Verfahren die kleinere Säule beſteht, ohne Condenſator nur eine Spannung von $\frac{1}{5}$° hervorgebracht haben würden, indem 1000 Schichten 10° Spannung gaben, ſo iſt die Elektricität durch den Condenſator von $\frac{1}{5}$° auf 16°, oder von 1° auf 80° gebracht worden, und die geſuchte Vergrößerungszahl iſt alſo 80.

Hätte man den Condenſator durch die Berührung mit der Kupfer- oder Goldſeite geladen, ſo wäre die Anzahl der Elektromotoren nur 19, und unter übrigens gleicher Vorausſetzung die Vergrößerungszahl = $84\frac{4}{19}$.

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LIII. S. 365. f.

Nach der Beſchaffenheit des Condenſators und des Elektrometers wird man zuweilen ſtärkere, zuweilen ſchwächere Säulen anwenden müſſen. Niemals muß man aber die Elektricität ſo ſtark machen, daß ſich das Elektrometer der größten damit noch zu beobachtenden Spannung nähert, weil alsdann die Angabe deſſelben etwas unſicher iſt. Ferner muß man einerley Gold- und Silberpapier gebrauchen, und die zu dieſen Verſuchen dienenden Säulen und Scheiben an einerley Ort aufbewahren. Zwiſchen verſchiedenen Sorten von Gold- und Silberpapier finden ſich beträchtliche Unterſchiede, und beſonders iſt das Goldpapier, auf welches ſogenanntes gemahlenes Metall aufgetragen iſt, 5- bis 6mal ſchwächer, als dasjenige, welches durch aufgelegte Blätter von geſchlagenem Metall zubereitet iſt. Zu ſolchen Verſuchen möchte wol am ſicherſten gewalztes Breslauer Zink N. 18 und Kupfer zu gebrauchen ſeyn.

Obgleich die Erfindung des Condenſators der Elektricität überaus ſinnreich iſt, ſo haben doch mehrere Erfahrungen mit hinreichender Gewißheit gezeiget, daß der Gebrauch deſſelben, wie er auch eingerichtet ſeyn mag, unſicher iſt, weil zufällige Umſtände, die ſich nicht leicht beſtimmen laſſen, auf die zu ſuchenden Reſultate einen großen Einfluß haben.

Cyan ſ. Blauſtoff.

D

Dämpfe (Zuſ. 3. S. 230. f. Th. VI.). Herr **Parrot** *) hat ſowohl gegen Dalton's Verſuche, als auch gegen ſeine daraus gezogenen Folgen verſchiedene Einwendungen gemacht, und behauptet, daß des Herrn Prof. **Schmidt** Methode, die Elaſticität der Dämpfe zu beſtimmen, die richtige ſey. Herr **Parrot** glaubet, daß die Füllung von Dalton's Barometer verdächtig ſey. Wenn man auch das Queckſilber noch ſo gut auskoche, ſo

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVII. S. 82. ff.

könne man es doch in der Röhre nicht als durchaus luftfrey anſehen, denn das Hineingießen deſſelben in die Röhre bringe es in ſehr genaue und umſtändliche Berührung mit der Luft, wo es Gelegenheit habe, ſich damit zu verbinden, welches er durch einige Thatſachen zu erweiſen ſuchet. Wenn man daher annehme, daß noch etwas Luft im Dalton'ſchen Barometer geweſen wäre, ſo mußte die Luft beym Neigen, d. h. bey Wiederherſtellung des atmoſphäriſchen Drucks, vom Queckſilber und noch mehr vom Waſſer jedesmal verſchluckt und beym Aufrechtſtellen wieder frey werden. Wir müßten alſo vorausſetzen, daß bey den nachherigen Anzeigen und Zahlen Dalton's ſich immer eine beſtändige Größe befinde, die alle Reſultate ſeiner Verſuche erhöhe. Selbſt Dalton müſſe dies gefühlet haben; ſonſt hätte er ſeine Barometerröhre nicht erſt nach dem Füllen graduirt. Wenn ſein Torricelliſcher Raum wirklich luftleer geweſen ſey, ſo hätte er ſich eine beſtändige Lage ſeiner Röhre und eine conſtante Queckſilberhöhe im Gefäße verſchaffen, und von da aus die Eintheilung auftragen müſſen. Dieſe Vorſicht würde ihm aber nichts geholfen haben, wenn in ſeiner Röhre Luft geweſen wäre.

Was beſonders ſeine Erwärmungsmethode betreffe, ſo ſey dieſe äußerſt fehlerhaft. Es erfordere gewiß mehrere Stunden, um dem innern Raume einer Glasröhre, beſonders einer gewöhnlich dicken Barometerröhre, die Temperatur des umgebenden Mittels zu verſchaffen. Es ſey zwar dieſes umgebende Mittel warmes Waſſer geweſen; allein man müſſe aber auch bedenken, daß das Waſſervolumen eingeſchränkt ſey, daß die kältere Röhre die Temperatur des Ganzen erniedrigen mußte, daß die Barometerröhre gewöhnlich ſehr dick ſey, und daß, wenn z. B. Dalton $\frac{1}{4}$ Stunde Zeit ließ, um den Uebergang der Temperatur zuzulaſſen, die umgebende Flüſſigkeit von außen, beſonders bey beträchtlichen Temperaturunterſchieden zwiſchen dem umgebenden Waſſer und der Luft, erkalten müßte. Sollten Dalton's Verſuche als Fundamental-

Digitized by Google

verſuche anzuſehen ſeyn, ſo mußte er zeigen, daß der Uebergang der Temperatur wirklich Statt fand.

Auch die Uebereinſtimmung mit den Verſuchen unter der Glocke der Luftpumpe beweiſe nichts; denn dieſe Methode habe Fehler, welche mit den des andern Dalton'ſchen Apparats ganz ähnliche Reſultate liefern müßten. Beym Luftpumpenapparat finde nicht die Temperatur des ſiedenden Waſſers in der Glocke, ſondern nur in der Flaſche ſtatt. Die Erkältung von auſſen, die ſich durch den Niederſchlag von Dampf zeige, laſſe es nicht zu. Mithin ſey hier in dem Raume, welcher die Temperatur haben ſollte, in der die Elaſticität gemeſſen werde, nicht die gehörige Temperatur, ſondern eine geringere, wie in der Barometerröhre. Warum ſtellte Dalton nicht ſein Thermometer in den Dampf unter der Glocke? Warum in heißes Waſſer? Hieraus ſchließt Herr Parrot, daß Dalton's Verfahren bey weitem nicht fehlerfrey geweſen ſey.

Obgleich dieſe Bemerkungen des Herrn Parrot allerdings berückſichtiget zu werden verdienen, ſo hat doch ſchon Herr Gilbert ganz richtig bemerket, daß ſie in Dalton's Verſuchen keinen ſehr bedeutenden Fehler erzeuget haben mußten, indem dieſe Verſuche mit den von andern Phyſikern auf ähnliche Art angeſtellten ſo genau, als man nur erwarten könne, übereinſtimmten.

Auch hat Hr. Soldner *) aus Dalton's Reſultaten ſeiner Verſuche das allgemeine Geſetz derſelben in einer einzigen Formel darzuſtellen ſich bemüht, und zugleich gezeiget, daß Dalton bey ſeiner Arbeit ſo genau, als man es nur erwarten könne, verfahren habe. Setzt man die Expanſivkraft beym Siedpunkte $= E$ (30, 13 engliſ. Zolle), und bey der Temperatur r (nach Réaum.) $= e$, ſo iſt die Formel des Herrn Soldner dieſe:

$$\log . e = \log . E - \frac{(280 - r)\,(80 - r)}{10280};$$

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik B. XVII. S. 44. ff.

will man aber die Temperatur nach Fahrenheit nehmen, ſo ſetze man dieſe = f, und die Formel wird nach Herrn Soldner dieſe:

$$b.e = \log.E - \frac{(662-f)(212-f)}{52042}. \quad (A)$$

Herr Gilbert erinnerte aber gegen dieſe Formel, daß ſie bey höhern Temperaturen mit Dalton's Tabelle nicht zuſammenſtimme, welches man doch wohl, wenn ſie das wahre Geſetz der Expanſivkraft der Waſſerdämpfe durch die Wärme ausdrücken ſolle, verlangen könne. So gebe ſie z. B. für Temperaturen von 257° und 312° Fahr. Expanſivkräfte von 67'',48 und 157'',74 Queckſilberhöhe, welche die in Dalton's Tabelle angegebenen Höhen um ein Beträchtliches übertreffen.

Herr Soldner *) ſuchte nachher auch dieſem Einwurfe zu begegnen, und entwickelte aus den Vorausſetzungen, welche Dalton's Tabelle darſtellte, ſo gut ſie es zur möglichſten Annäherung verſtatten wollten, dieſe Formel:

$$\log.\frac{e}{E} = 0{,}1365 . u \log.(1{,}3802 - 0{,}00253 . u) \; (B),$$

wo u = r — 80° iſt. Hierbey führet auch Herr Soldner an, daß ſelbſt Herr la Place aus Dalton's Verſuchen eine ähnliche Formel gezogen habe, welche auf Reaumürſche Grade gebracht dieſe Geſtalt beſitzet.

$$\log.\frac{e}{E} = u.0{,}0193184 - u^2.0{,}0000977853.$$

Endlich ſucht Herr Soldner die vom Herrn Parrot gemachten Einwürfe gegen Dalton's Verfahren zu widerlegen. Parrot hatte unter andern die Methode Dalton's mit der Luftpumpe getadelt, und behauptet, daß Dalton ſein Thermometer unter der Glocke außerhalb des Waſſers hätte anbringen müſſen, um die Temperatur des Dampfes zu meſſen. Dagegen bemerket Soldner: man verſtehe hier unter Expanſivkraft nicht die Elaſticität des

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXV. S. 411. ff.

Digitized by Google

einmal gebildeten Waſſerdampfes, (mit dieſem verhalte es ſich, bey Erhöhung der Temperatur, wie mit andern Luftarten); ſondern man verſtehe darunter die Kraft, mit welcher Waſſer von einer gewiſſen Temperatur ſich in Dampf auflöſe, oder unter welchem Drucke, als dem größten, dies noch von Statten gehe. Der einmal unter der Glocke aus dem Waſſer aufgeſtiegene Dampf wirke nur barometriſch auf dieſes Waſſer, oder den neu aufſteigenden Dampf, es ſey daher gleichgültig, welche Temperatur er habe. Folglich komme es auf die Temperatur des Waſſers, und nicht auf die des Dampfes an, und mithin ſey Dalton's Verfahren ganz richtig.

Herr Hofrath **Mayer** *), welcher ebenfalls Verſuche über die Expanſivkraft der Dämpfe anſtellte, führet an, daß in Soldner's Formel (B) für u = 162°, 6 die Expanſivkraft e ebenfalls einen gewiſſen größten Werth erhalte, und hierauf wieder abnehme, ſo daß für u = 625° der Werth von e gänzlich verſchwinde. Vermöge der Natur der elaſtiſchen Dämpfe müſſe aber die Expanſivkraft derſelben bey beſtändiger Vermehrung der Wärme immer mehr wachſen; es könne daher auch dieſe Formel das allgemeine Geſetz der Expanſivkraft der Dämpfe nicht darſtellen. Ja wenn u > 625° würde, ſo erhielt man für die ausdehnende Kraft der Dämpfe einen negativen Werth, welches gegen die Beſchaffenheit der elaſtiſchen Dämpfe ſtreite. Inzwiſchen meint Herr **Mayer**, daß dieſe Widerſprüche zum Theil ihren Grund in den Beobachtungen Dalton's haben möchten, bey welchen ſich beſonders für größere Temperaturen beträchtliche Fehler vorfänden, indem Herr Soldner bey Entwickelung ſeiner Formel auch diejenigen Glieder von Dalton's Reihe in Rechnung aufgenommen hätte, welche über den Wärmegrad von 80° Réaum. gehen, und welche Dalton blos durch die Interpolations-Methode gefunden habe. Dieſe Glieder ſeyen aber ohne Zweifel viel zu klein, obgleich Dalton

*) Commentationes Soc. Reg. ſcient. Goetting. ad an. 1808–1811. Comment. de lege vis elaſticae vaporum.

ſich bemühet habe, ſie durch angeſtellte Beobachtungen mit dem Aether als wahr aufzuſtellen. Herrn Mayer ſcheint die Formel (A) des Herrn Soldner mehr mit den Beobachtungen des Herrn Dalton übereinzuſtimmen, welche er bis zur Temperatur von 80° Réaum. wirklich angeſtellet hat.

Da indeſſen alle bisher bekannte Formeln über das Geſetz der Expanſivkraft der elaſtiſchen Dämpfe der Natur derſelben bey weitem nicht entſprechen, ſo ſuchte Herr Mayer eine zu entwickeln, welche mit einer Reihe gut angeſtellter Verſuche zuſammenſtimme, und ſich zugleich auf einige phyſiſche Eigenſchaften der Dämpfe gründe. Wenn t jeden beliebigen Wärmegrad nach Réaum. und ε die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe in Pariſer Zollen ausgedruckt vorſtellen, ſo iſt nach Mayer

$$\log . \varepsilon = 4{,}2860 + \log . (213 + t) - \frac{1551{,}09}{213 + t}.$$

Folgende von ihm mitgetheilte Tafel zeigt die Uebereinſtimmung der nach dieſer Formel berechneten Reſultate mit den angeſtellten Verſuchen:

t	ε durch Rechnung	ε durch Verſuche	Differenz
0°	0,21	0,19	− 0,01
10	0,48	0,43	− 0,05
20	0,99	0,90	− 0,09
30	1,94	1,93	− 0,01
40	3,62	3,64	+ 0,02
50	6,43	6,40	− 0,03
60	10,98	10,98	+ 0,00
70	18,07	17,92	− 0,15
80	28,10	28,00	− 0,10
85	35,91	35,39	− 0,52
90	44,50	43,77	− 0,73
95	54,77	54,18	− 0,59
100	67,00	67,00	− 0,00
105	81,44	80,95	− 0,49
110	98,43	100,72	+ 2,29

Digitized by Google

Bedeutet ferner δ die Dichtigkeit der elaſtiſchen Dämpfe, ſo fand Herr Mayer dieſelbe nach dieſer Formel

$$\delta = \frac{1}{v} \cdot \frac{\varepsilon}{213 + t},$$

wo der Coefficient $\frac{1}{v}$ aus der Erfahrung gefunden werden muß. Um die beſtändige Größe v zu finden, ſetze man $t = 80°$ Réaum. und $\varepsilon = 28$ Pariſ. Zoll = der Dichtigkeit der Dämpfe = 1, ſo erhält man

$$1 = \frac{1}{v} \cdot \frac{28}{213 + t} = \frac{1}{v} \cdot \frac{28}{293}, \text{ mithin}$$

$$v = \frac{28}{293} = 0{,}09556 \text{ und } \frac{1}{v} = \frac{293}{28} = 10{,}46428$$

Hieraus ergiebt ſich für jeden andern Wärmegrad

$$\delta = 10{,}46428 \cdot \frac{\varepsilon}{213 + t}$$

Es ſey z. B. $t = 100°$, ſo iſt ε nach voriger Tafel 67 Zoll, mithin

$$\delta = 10{,}46428 \cdot \frac{67}{313} = 2{,}23.$$

Es iſt daher die Dichtigkeit der Dämpfe für die Temperatur $t = 100°$ Réaum. mehr als um das Doppelte größer, als die Dichtigkeit derſelben beym Siedpunkte des Waſſers.

Herr Sharpe *) iſt beſonders auf die Dichtigkeit des Waſſerdampfes bey zunehmender Temperatur aufmerkſam geweſen, und hat hieraus die Zunahme der Elaſticität deſſelben erkläret, ohne daß man nöthig hat, Aenderungen in Hinſicht ſeiner gebundenen Wärme anzunehmen. Er folgerte hieraus, daß das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerdampfes ſeiner Elaſticität, oder der Temperatur, bey welcher er gebildet werde, proportional ſey. Er fand ſein ſpecifiſches Gewicht

bey 32° Fahr.	. . . . .	0,0046
— 212° —	. . . . .	0,6896

*) *Thomson's* Annals of Philosophy. N. XIII. p. 11.

bey 252° Fahr. 1,3792
— 307° — 2,7584

In einer Sitzung des Instituts zu Paris, welche am 25. Nov. des Jahres 1811 ſtatt hatte, las Herr Gay-Luſſac einen kurzen Aufſatz über die Dichtigkeit der Dämpfe des Waſſers, des Alkohols, des Schwefeläthers und des tropfbar flüſſigen Schwefel-Alkohols vor, und verſprach zugleich eine ausführliche Abhandlung über die Dichtigkeit und mehrere Eigenſchaften der Dämpfe. Letztere iſt aber bis jetzt noch nicht erſchienen, ob es gleich allerdings zu wünſchen wäre, von einem ſo genauen Experimentator, als Herr Gay-Luſſac iſt, neue Aufſchlüſſe in einer noch nicht genug bearbeiteten Naturerſcheinung zu erhalten. Seine Methode, die er zur Auffindung der vorgeleſenen Reſultate erhalten hatte, iſt von Biot in ſeinem traité de physique etc. beſchrieben worden. Es nahm nämlich derſelbe kleine Glaskügelchen, füllte ſie mit Waſſer, ſchmolz ſie zu, und beſtimmte ihren Inhalt durch das Gewicht. Dieſe ließ er in Barometerröhren aufſteigen, zerſprengte ſie durch Erwärmung, und maß nach völliger Verdampfung der Flüſſigkeit die Dichtigkeit des Dampfes durch den Raum, welchen derſelbe einnahm. Hiernach hatte Gay-Luſſac folgende Reſultate gefunden: Für einen Barometerſtand von 0,76 Mèters (28 Pariſ. Zoll), und für die Temperatur, in welcher das Waſſer die größte Dichtigkeit hat, für Dämpfe, welche die Hitze des kochenden Waſſers beſitzen, ergab ſich folgendes:

1. Ein Gramm Waſſer nimmt in dem elaſtiſch-flüſſigen Zuſtande einen 1698mal ſo großen Raum als in dem tropfbar flüſſigen ein, woraus folgt, daß ſich die Dichtigkeit des Waſſerdampfs zu der der Luft wie 10:16 verhält.

2. Ein Gramm Alkohol vom ſpecifiſchen Gewichte 0,8152 bey 9° des Centeſicthermom. Wärme, kocht bey 79°, 7, und giebt 0,708 Litres Dampf; dieſer Dampf iſt folglich ungefähr 1,5mal dichter als Luft.

3. Ein Gramm tropfbarflüſſiger Schwefel-Alkohol, welcher bey 45° kocht, gab 0,397 Litres Dampf; die

Dichtigkeit dieſes Dampfes verhält ſich alſo zu der der Luft wie 2,67 : 1.

4. Die Dichtigkeit der Dämpfe ſteht weder mit der Flüchtigkeit der tropfbaren Flüſſigkeiten, aus welchen ſie entſtehn, noch mit ihrem ſpecifiſchen Gewichte im Verhältniſſe.

5. Indem kochender Alkohol in den elaſtiſch-flüſſigen Zuſtand übergeht, verſchluckt er 0,436mal ſo viel Wärme, als Waſſer unter gleichen Umſtänden latent macht; Terpentinöhl nur 0,226mal ſo viel als Waſſer [α]).

Da dieſer ſchwierige und wichtige Gegenſtand von mehreren Seiten zu beleuchten von ungemein großem Intereſſe ſeyn muß, indem er nicht allein in der lebenden Natur die vorzüglichſten Erſcheinungen in der Meteorologie hervorbringt, ſondern auch vielfältig zu manchen wohlthätigen Zwecken der Menſchheit angewendet werden kann, ſo unternahm es der Herr Prof. Munke, durch neuere Verſuche, denſelben zur größern Vollkommenheit zu bringen [β]). Er bemerket zuerſt ganz richtig, daß man von der Methode des Herrn Gay-Luſſac, welche von Biot beſchrieben worden, keine ganz genauen Reſultate zu erwarten habe. Die Kleinheit des Raumes, die Unbequemlichkeit, welche mit der Manipulation einer torricelliſchen Röhre verbunden iſt, die Schwierigkeit, dieſelbe völlig auszukochen, die Kraft, womit das Queckſilber einen Theil Waſſer anzieht, und womit letzteres ſich zwiſchen dem Glaſe und Metalle feſtſetzt, die Unſicherheit einer genauen Beſtimmung der Temperatur, und endlich die Unmöglichkeit, kleine Antheile von Feuchtigkeit (ſelbſt von der berührenden Hand) und Luft von dem Glasküchelchen bey ſeinem Aufſteigen durch das Queckſilber entfernt zu halten, können unmöglich den erwünſchten Erfolg hervorbringen. Herr Munke hat dagegen zu ſeinen

α) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLV. S. 332.

β) Schweigger's Neues Journal d. Chemie und Phyſik. B. XXII. S. 1. u. f.

Verſuchen folgende Vorrichtung gebraucht. Er nahm einen elliptiſchen gläſernen Ballon, der genau 155 Pariſ. Cubikzoll innern Raum enthielt; die meſſingene Faſſung deſſelben konnte durch einen Hahn luftdicht verſchloſſen werden, und im Mittelpunkte des Ballons befand ſich die Kugel eines empfindlichen Thermometers, nebſt einem kleinen Heberbarometer, welches vollkommen ausgekocht war, und deſſen offener Schenkel durch einen kleinen Wiſcher vor jedem Verſuche ſorgfältig gereiniget werden konnte. Dünne Glasröhrchen mit einer aufs allergenaueſte gewogenen Menge der zu unterſuchenden Flüſſigkeit gefüllt und zugeſchmolzen, wurden an beyden Enden in Bleykugeln gefaßt, in den Ballon gelaſſen, dann derſelbe auf einer Luftpumpe mit Kegelventilen, deren unteres durch ein Pedal gehoben wird, exantlirt, demnächſt mit Luft, welche durch kauſtiſches Kali mehrere Tage ausgetrocknet war, bis nahe $\frac{1}{6}$ der mittleren Dichtigkeit der atmoſphäriſchen Luft ein- oder mehreremal gefüllt, um alle Feuchtigkeit herauszubringen, und endlich bis auf 1, zuweilen 0,5 Lin. Differenz des Barometerſtandes exantlirt, auch noch zu mehrerer Sicherheit eine hinlänglich lange Zeit vor dem Zerſprengen des Röhrchens durch eine leichte Erſchütterung hingeſtellt, um von dem luftdichten Schließen des Hahns völlig überzeugt zu ſeyn. Wenn nun gleich der Raum im Ballon als abſolut leer angeſehen werden konnte, ſo hielt es Herr Muncke doch für beſſer, den geringen Reſt der darin gebliebenen Luft in Rechnung zu bringen. Auf dieſe Weiſe hatte er 28 genaue Verſuche angeſtellt, um das Verhalten des Waſſerdampfes und Weingeiſtdampfes, imgleichen der trockenen Luft hinſichtlich der Dichtigkeit und Ausdehnung derſelben zu prüfen. Die Beſchaffenheit des Apparats gewährte dabey den großen Vortheil, daß er denſelben in verſchiedenen Temperaturen, ſowohl im kalten als auch geheizten Zimmer und in der Nähe des Ofens oder über einer Kohlpfanne mit Leichtigkeit gleichmäßig erwärmen und abkühlen, die Temperatur deſſelben aber genau durch das in ſeinem

Digitized by Google

Mittelpunkte befeſtigte Thermometer beſtimmen, und vorzüglich jeden Verſuch durch öftere Wiederholung genau controliren konnte. Daß die auf ſolche Art erhaltenen Reſultate dennoch nicht bis auf eine unmerkliche Differenz übereinſtimmten, beweiſen die unüberwindlichen Schwierigkeiten dieſer Unterſuchung.

Was die Dichtigkeit des Waſſerdampfs im Maximo betrifft, ſo ſuchte Herr Muncke durch mehrfachen Wechſel der Temperatur bey jeder einzelnen Beobachtung für die verſchiedenen Mengen des eingeſchloſſenen Waſſers denjenigen Punkt aufzufinden, wo die Flüſſigkeit bis auf den letzten Antheil den Zuſtand der Tropfbarkeit verlor. Hierbey wurde er durch eben ſo langwierige als mühvolle Unterſuchung überzeuget, daß es ausnehmend ſchwierig iſt, dieſe Beſtimmung in gehöriger Schärfe zu erhalten, indem leicht die erhöhete Temperatur zur größern Expanſion des ſchon gebildeten Dampfes verwandt wird, oder die erſten Spuren des Niederſchlags ſelbſt dem ſchärfſten Auge entgehn. Eben deswegen waren die Beſtimmungen für niedrigere Temperaturen als + 30° Reaum. aller angewandten Mühe ungeachtet für Waſſer unmöglich. Funfzehn Verſuche, zur Beſtimmung der Dichtigkeit des Waſſerdampfes angeſtellt, in welchen die Quantitäten des Waſſers von 8,5 bis 60 differirten, dienten dazu, um mit Hülfe der oben angeführten Mayer'ſchen Formel das allgemeine Geſetz dieſer Dichtigkeit aufzuſtellen. Aus allen Verſuchen und zahlreichen Beobachtungen des Herrn Muncke folgt ſowohl für Waſſerdampf als auch für Weingeiſt- und Naphthadampf.

1. Die Dichtigkeit derſelben iſt im luftleeren und luftvollen Raume gleich; wobey beſonders bemerkbar iſt, daß nicht mehrerley Dämpfe neben einander weder in der atmoſphäriſchen Luft, noch im Vacuo beſtehen können, ohne zum Theil ausgeſchieden (niedergeſchlagen) zu werden. Zur genauen Beſtimmung des Quantitativen der neben einander befindlichen Dämpfe, ſofern ſie zum Theil

mit einander in dem nämlichen Raume beſtehen können, waren Herrn Muncke's Verſuche nicht hinreichend.

2. Die Dämpfe haben jederzeit eine ihrer beſtimmten Temperatur proportionale Elaſticität, welche wir auch als eine Funktion der Dichtigkeit anſehen könnten, da dieſe leztere blos durch die Temperatur bedingt ſey. Von einer Vermehrung oder Verminderung der Elaſticität durch den Druck könne alſo gar nicht die Rede ſeyn, denn würde dieſer durch atmoſphäriſche Luft hervorgebracht, ſo wäre derſelbe von gar keinem Einfluſſe nach 1; würde er aber durch Erhöhung der Temperatur oder durch Verminderung des Raumes erzeuget, ſo würde dies die in 1. und 2. aufgeſtellten Hauptgrundſätze aufheben.

3. Die Elaſticität einer Miſchung von Luft und Dampf iſt der Summe der Elaſticitäten beyder gleich, weniger einer geringen, aus den Verſuchen ſchwer zu beſtimmenden Größe. Wenn daher in ein mit Luft gefülltes Gefäß Waſſerdampf gebracht wird, ſo muß ein ſeiner Elaſticität proportionirter Theil Luft herausgetrieben werden, und wenn das Waſſer ſiedet, ſo muß alle Luft, bis auf ein Minimum, entweichen. Dieſer Satz ſteht im Widerſpruche mit der Meinung derjenigen Phyſiker, die nach Dalton das Nebeneinanderbeſtehen gemiſchter expanſibler Medien behaupten.

4. Die Dichtigkeit der Dämpfe läßt ſich ſehr gut durch die oben angeführte Mayer'ſche Formel ausdrucken. Der Coefficient $\frac{1}{v}$ iſt nach Muncke's unter einander genau harmonir. Verſuchen für Waſſerdampf = 0,0064106984 ....(1 — wt), wo w eine ſehr kleine Größe iſt, welche blos bey ſehr hohen (in der Natur vielleicht gar nicht vorkommenden) und bey ſehr niedrigen Temperaturen Einfluß hat, bey mittleren Temperaturen aber füglich weggelaſſen werden kann. Die Verſuche des Herrn Muncke zeigten zwar, daß dieſer Coefficient berückſichtiget werden müſſe, ſie liegen aber nicht weit genug von einander, um aus ihnen die Conſtante aufzufinden. Für Alkoholdampf iſt

$\frac{1}{v}$ = 0,016, für Dampf von unreinem Schwefeläther in mittleren Temperaturen = 0,0020367, für die Dämpfe des reinen Aethers mit weit größerer Genauigkeit = 0,0179.

5. Nach den zahlreichen Verſuchen des Herrn Muncke und nach einer Vergleichung anderer ihm bekannten ließ ſich das Geſetz der Elaſticität der Dämpfe durch keine beſſere Formel, als durch die oben angeführte Mayer'ſche darſtellen.

6. Das Verhältniß der Dichtigkeit des Waſſerdampfes und der atmoſphäriſchen Luft iſt mehr ein conſtantes, vorausgeſetzt, daß beyde elaſtiſche Medien eine gleiche Temperatur und gleiche Elaſticität beſitzen. Sauſſure hatte dieſes Verhältniß = 10 : 14, und Gay-Luſſac = 10 : 16 angegeben. Nach 16 Verſuchen und der darauf gegründeten Rechnung iſt nach Herrn Muncke das Dichtigkeitsverhältniß des Waſſerdampfs zur Luft für höhere Temperaturen wachſend, und zwar von — 30° bis 400° Réaum. um 0,0146, alſo für 1° = 0,000034, eine für nahe liegende Temperaturen verſchwindende Größe, welche nicht füglich durch wenige Verſuche unmittelbar gefunden werden kann. Für mittlere Temperaturen (12° Réaum.) ſetzt Herr Muncke das Verhältniß = 10 : 15,2.

Um mit Leichtigkeit beſtimmen zu können, wie groß die jedesmalige Menge der in der Atmoſphäre oder in einem beſtimmten Raume enthaltenen Waſſerdämpfe iſt, dient nach Herrn Muncke folgende leichteſte Art der Berechnung. Das conſtante Verhältniß gegen Luft iſt für einen Barometerbeſtand von 28 Zollen bey 0 Temperatur beſtimmt, mithin iſt $\frac{\varepsilon}{28''} \cdot 0{,}6582$ diejenige Größe, wodurch die Dichtigkeit des Waſſerdampfes gegen Luft beſtimmt werden kann. Wird dann die Dichtigkeit der atmoſphäriſchen Luft nach dem jedesmaligen Barometerſtande = b in Pariſ. Zollen und nach der Temperatur in Réaum. Graden corrigirt

$$= \frac{b}{28(1+0{,}000218t)\,(1+0{,}0046875t')}$$ geſetzt,

wobey t die Temperatur des Thermometers am Barometer t' des Thermometers im Freyen bedeutet, und auf die anderweitigen Correctionen als verſchwindende Größen keine Rückſicht genommen, ſo druckt

$$(0{,}023503.\varepsilon) : \frac{b}{28(1+0{,}000218.t)\,(1+0{,}0046875.t')}$$

die Verhältnißzahl der Dichtigkeit des Waſſerdampfs zur Luft aus, und erſtere Größe von letzterer abgezogen giebt den vorhandenen Antheil trockener Luft. In der folgenden von Herrn Muncke entworfenen Tabelle ſind für die beygeſetzten Temperaturen die Werthe von ε berechnet worden: die fehlenden Glieder können, ohne merklichen Fehler, durch Interpolation eingeſchoben werden.

t	ε	t	ε	t	ε
— 30°	0,0128	10°	0,478	35°	2,667
— 20°	0,0343	12	0,555	40	3,616
— 15	0,0561	14	0,644	45	4,848
— 10	0,0897	16	0,746	50	6,430
— 5	0,140	18	0,860	55	8,442
— 3	0,167	20	0,991	60	10,978
0	0,214	22	1,139	65	14,144
2	0,253	24	1,306	70	18,067
4	0,299	26	1,494	80	28,776
6	0,349	28	1,706	90	44,496
8	0,410	30	1,943	100	66,984

Ueberdem bemerket Herr Muncke noch, daß aus ſeinen Verſuchen auch noch dies Geſetz hervorgehe, daß mehrere Arten Dampf in demſelben Raume mit Luft gemiſcht ein kleineres Volumen ausmachen, als die Summe der einzelnen beträgt, eine Erſcheinung, welche als Folge der gegenſeitigen Anziehung oder vielmehr einer anzufangenden chemiſchen Verbindung anzuſehen iſt, zumal da in einem ſeiner Verſuche unwiderſprechlich folgte, daß mehr Dampf in einem luftvollen, als in einem luftleeren Raume aufgenommen werden kann.

Zuſ. z. S. 638. Th. I. Herr Gay-Luſſac *) hat bey der Verdampfung der Körper auf mehrere alltägliche Erfahrungen aufmerkſam gemacht, deren Urſache bisher noch nicht iſt erkläret worden. Man hatte allgemein behauptet, daß zur Erzeugung des Dampfes die atmoſphäriſche Luft gar nichts beytrage, ſondern vielmehr derſelben hinderlich ſey. Allein dieſe Frage, ob die Verdampfung der Körper ohne Zutritt der Luft einen wirklichen Fortgang haben könne? war noch nicht unterſuchet worden. Indeſſen konnte doch jeder die Erfahrung ſchon gemacht haben, daß, wenn man einen Körper in einem Gefäße erhitzt, welches mit der Luft in einer unmittelbaren Berührung, aber nur in einer ſehr geringen Verbindung ſteht, die Verdampfung deſſelben nicht merklich vor ſich geht, ſo lange er noch um einige Grade von ſeinem Siedpunkte entfernet iſt, da im Gegentheil derſelbe in dieſem Falle ſehr viel Dämpfe giebt, wenn die Luft freyen Zutritt zu ihm hat. Herr Gay-Luſſac führt mehrere Beyſpiele dieſer Art an, und bemerket, daß noch niemand verſuchet hat, auch nur ein einziges zu erklären, und noch weniger zu zeigen, daß ſie alle von einerley Urſache abhangen.

Salzſaures Kali läßt ſich Stunden lang im Fluſſe erhalten, ohne daß es merklich an Gewicht verliert, wenn die Luft an der Oberfläche der fließenden Maſſe ſich nicht leicht erneuern kann; iſt dieſes dagegen der Fall, ſo leidet es einen bedeutenden Verluſt. Gay-Luſſac nahm 30 Grammes dieſes Salzes, die ſtark ausgetrocknet waren, und ſchmelzte ſie in einem Platintiegel, der blos mit ſeinem Deckel, der nicht einmal genau ſchloß, bedeckt war; innerhalb 30 Minuten hatte die Maſſe nur 0gr, 085 am Gewichte verloren. Als er den Verſuch ohne Deckel wiederholte, war der Gewichtsverluſt, den ſie in derſelben Zeit litt, 0gr, 620; alſo 7mal ſo groß als im erſten Falle, ungeachtet das fließende Salz bey dem ſchnellen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik B. XXVII. S. 147. ff.

Wechſel der Luft an der Oberfläche keine ſo hohe Temperatur als zuvor annehmen konnte. Sobald man den Deckel aufgeſetzet hatte, waren durch die Ritzen, die am Rande des Tiegels blieben, keine Dämpfe mehr zu ſehen; kaum aber wurde er abgehoben, ſo erſchienen die Dämpfe in großer Menge.

Will man ferner wenig flüchtigen Salzen alles Waſſer entziehen, ſo kann man ſolche wohl 30′ lang im Rothglühen erhalten, ohne zu befürchten, daß man durch Verdampfung einen Verluſt erleide, wenn man nur den Tiegel recht genau bedeckt hat.

Eines der gemeinſten Beyſpiele iſt das mit der Verdampfung des Waſſers. Es iſt bekannt, daß Waſſer an freyer Luft in jeder Temperatur verdunſtet; allein es iſt auch ſchon längſt bekannt, daß, wenn es in einem Deſtillirgefäße eingeſchloſſen iſt, welches nur durch eine kleine Oeffnung mit dem Recipienten, der ſelbſt ſehr groß ſeyn kann, in Verbindung ſteht, nur in ſo weit eine Deſtillation ſtatt findet, als in dem Apparate ein Luftzug entſtehen kann. Dies Beyſpiel iſt allen übrigen analog, und es iſt daher hinreichend, um ſie alle zu erklären, um die verſchiedenen bekannten Umſtände anzuführen, welche bey der Verwandlung des Waſſers in Dämpfe ſtatt finden.

Wenn unmittelbar auf der Oberfläche des Waſſers eine Queckſilberſäule ruhet, ſo verwandelt es ſich nicht eher in Dampf, als bis es eine Wärme erreichet hat, bey der die Elaſticität des Dampfes den Druck derſelben zu überwältigen vermag. In einem leeren Raume dagegen, ſo wie in der Luft und jedem andern Gas, verwandelt ſich das Waſſer in jeder Temperatur in Dampf, und man hat gefunden, und als Grundſatz feſtgeſetzt, daß die Dichtigkeit des Waſſerdampfs in einem leeren Raume, oder in einem Raume, der mit irgend einer elaſtiſchen Flüſſigkeit angefüllt iſt, welche auf den Waſſerdampf nicht chemiſch wirkt, einzig und allein von der Temperatur abhängt.

Dieſe Grundſätze erklären vollkommen, warum keine Verdampfung des Waſſers unter dem Siedgrade deſſelben in einem ringsum beſchränkten Raume ſtatt findet, der zwar ſelbſt mit Luft erfüllt iſt, und in welchem daher das Waſſer ſich in Dampf verwandelt, der aber mit der äußern Luft, oder mit einem Recipienten nur durch eine kleine Oeffnung in Verbindung ſteht, welche die Erneuerung der Luft hindert, oder ſehr erſchwert. Hat nämlich der Dampf in jenem Raume ſeine ganze Dichtigkeit erlangt, ſo kann ſich darin kein neuer bilden, wofern nicht neue Luft an die Stelle der vorigen, die geſättiget iſt, tritt. Daſſelbe ereignet ſich mit dem ſalzſauren Kali, das in einem mittelmäßig bedeckten Tiegel nicht verdampft, dagegen bey freyem Zutritte der Luft ſtark verdampft.

Der Grundſatz, daß die Dämpfe eines Körpers an freyer Luft ſich in jeder Temperatur bilden, und daß ihre Dichtigkeit lediglich von der Temperatur abhängt, findet auch bey Deſtillation eines Gemenges zweyer Körper, die in Flüchtigkeit nur wenig verſchieden ſind, ihre Anwendung, und erklärt, warum in dieſem Falle der flüchtigere ſtets etwas von dem minderflüchtigen mit fortführt. Wenn z. B. Waſſer und Alkohol als Gemenge erwärmt wird, und daſſelbe zum Kochen kommt, ſo hat der Alkohol ſeine ganze Spannung, das Waſſer dagegen nur einen Theil der Spannung, die es unter demſelben Drucke bey einer höhern Temperatur anzunehmen fähig iſt. Befände ſich das Waſſer allein in dem Deſtillirapparate, ſo würde es noch nicht übergehen können ohne Mitwirkung eines freyen Luftzuges, da es noch von ſeinem Siedpunkt entfernet iſt. Da aber der damit gemengte Alkohol kocht, ſo entwickelt ſich aus dieſem ein Strom elaſtiſcher Flüſſigkeit, der in ſeiner Wirkung auf den Waſſerdampf die Stelle der Luft vertritt, und beyde Flüſſigkeiten ſteigen mit einander über, nach Verhältniſſen, welche von den Verhältniſſen abhängen, worin ſie gemengt waren. Hieraus ſieht man, daß es nach dieſem Prozeß unmöglich iſt, ſich waſſerfreyen Alkohol zu verſchaffen.

Digitized by Google

Noch hat Herr Leslie *) einige Thatſachen angeführt, welche beſonders die Bildung der Dämpfe betreffen. Vermöge ſeiner Unterſuchung fängt das Verhältniß der Verdunſtung, ſo wie das Entweichen der Wärme aus den Körpern von der Beſchaffenheit der Oberflächen ab; oder das Entweichen des Waſſers durchs Verdunſten, und das Entweichen der Wärme von den Oberflächen der Körper ſtehet unter demſelben Geſetze.

Das Waſſer verdünſtet am ſchnellſten von ſolchen Körpern, welche die Wärme am langſamſten fahren laſſen; hiebey befolget das Verdunſten genau daſſelbe Verhältniß, wie das Entweichen der Wärme. So verdunſtet z. B. das Waſſer von der Oberfläche des Glaſes, der Kohle, des Papiers ungleich ſchneller, als von der Oberfläche der Metalle. Dieſe Erſcheinung führet zu der Vermuthung, daß vorzüglich die ſtrahlende Wärme das Verdunſten veranlaſſe.

Auch fand Leslie in Hinſicht der Kapacität der Luft, den Waſſerdampf zurückzuhalten, ſo wie die Temperatur zunimmt, ein von dem Dalton'ſchen etwas abweichendes Verhältniß. Nach ihm wird dies Verhältniß für jede 27 Grade Fahrenh. Wärme, um welche die Temperatur der Luft zunimmt, verdoppelt. Bey einer Temperatur von 32° vermag ſie $\frac{1}{100}$ ihres Gewichts an Dämpfen zu erhalten, bey 59 Grad $\frac{1}{80}$, bey 86 Grad $\frac{1}{40}$, bey 113 Grad $\frac{1}{20}$, und bey 140 Grad $\frac{1}{10}$.

Vergleicht man dies mit Dalton's Angaben, ſo findet man, daß, nach dieſen, die Menge des Waſſerdampfes, welchen die Luft bey verſchiedenen Temperaturen enthalten kann, in einem größern Verhältniſſe zunimmt, als Leslie es gefunden hat.

Dammerde (Zuſ. z. S. 658. Th. I.). Der Herr Profeſſor Schübler zu Hofwyl *) hat mit dieſer Erde

---

*) A short account of experiments and instruments depending on the Relation of air to head and moisture etc.

*) Gilbert's Annalen der Phyſik B. LI. S. 229. ff.

einige merkwürdige Unterſuchungen angeſtellet, welche verdienen, hier angeführt zu werden.

Unter allen Körpern, welche als Beſtandtheile der Ackererde vorzukommen pflegen, verſchluckt und hält zurück die Pflanzenerde das meiſte Waſſer, und beynahe das Doppelte ihres Gewichtes, indem 100 Theile, 190 Theile Waſſer zurückhielten, ohne es abtröpfeln zu laſſen.

Herr Schübler ſchloß Pflanzenerde in einen mit atmoſphäriſcher Luft angefüllten Raum 30 Tage lang ein, und fand, wie bereits ſchon der Herr von Humboldt angeführet hatte, daß ſie im feuchten Zuſtande 20,3 Theile von Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft einſaugte. Dies Verſchlucken von Sauerſtoff war aber bey den verſchiedenen Erdarten keine wirkliche chemiſche Verbindung, indem Austrocknen und Erhöhung der Temperatur den Erden den eingeſogenen Sauerſtoff wieder entzogen. Hatten ſie aber gehörige Feuchtigkeit aus der Luft wieder erhalten, ſo verſchluckten ſie abermals Sauerſtoff im eingeſchloſſenen Raume. Die Pflanzenerde zeigte jedoch in dieſem Falle eine Ausnahme, indem ſich ein Theil ihres Kohlenſtoffs mit dem Sauerſtoff zu kohlenſaurem Gas verband, und ihr einen Theil durch die Verdünſtung entzog.

Trockene Erde mit einem Meſſer geſchabt, zeigte, als man die losgetrennten Theile auf die Scheibe eines Elektrometers fallen ließ, negative Elektricität, ſelbſt die Pflanzenerde nicht ausgenommen.

In dem galvaniſchen Verhalten unterſcheidet ſich die Pflanzenerde auf eine ſehr merkwürdige Art von den übrigen Erden. Dieſe begeben ſich insgeſammt nach der negativen Seite, und allein die Pflanzenerde nach der poſitiven Seite der Säule. Herr Schübler brachte reine Pflanzenerde in verſchiedenen Menſtruis aufgelöſet in die Kette der Säule, in bloßem Waſſer, in Kalkwaſſer, in Waſſer, das Kali oder Natron oder Gyps enthielt; und in allen dieſen Verſuchen ſchlug ſich die Pflanzenerde um den poſitiven Pol in braunen Flocken nieder, und das oft in wenigen Minuten, während ſich

die Alkalien und die Erden um den negativen Pol anſammleten.

Dampfmaſchine (Zuſ. z. S. 667. Th. I.). In den neuern Zeiten hat man in der Verbeſſerung der Dampfmaſchinen außerordentlich viel gethan, indem man vorzüglich darauf dachte, ſie weniger koſtſpielig aufzubauen, ihren Gebrauch immer mehr für große Gefahren zu ſichern, und auch ſelbige zur vortheilhaften Bewegung mehrerer menſchlicher Verrichtungen anzuwenden, und ſie folglich gemeinnütziger und vollkommener zu machen.

Die Herren Thomas und John Lean, die als Ober-Aufſeher der in England befindlichen Dampfmaſchinen angeſtellt waren, hatten merkliche Verbeſſerungen an ſelbigen angebracht. Die erſte Verbeſſerung beſteht darin, daß ſie den Ort, wo die Feuerung geſchah, ſtatt ihn wie bisher dem Durchzuge der Luft offen zu laſſen, verſchloſſen, und durch die verſchloſſene Wand Röhren leiteten, welche die nöthige Luft herbeybringen mußten. Das Einſtrömen der Luft konnte durch Hähne in den Röhren vermehret oder vermindert werden. Bey den bisherigen Einrichtungen der Dampfmaſchinen gieng der Dampf unmittelbar von dem arbeitenden Cylinder in den Condenſator oder auch wohl in die freye Luft. Die Herren Lean aber brachten ſtatt deſſen ein beliebig großes Gefäß, einen Dampfbehälter, an, worin ſich der Dampf nach jedem Zuge verbreitet. Dieſer Dampf wurde wieder entweder zur Bewegung einer andern Dampfmaſchine oder zur Erwärmung von Flüſſigen, oder zu andern Zwecken benutzt. Selbſt der Rauch, die erhitzte Luft, und die übrigen Dünſte, welche ſonſt durch den Schornſtein in die freye Luft giengen, wird vermöge eigener dazu beſtimmten Röhren zur Erhitzung des Keſſels und Unterhaltung der Wärme des Dampfbehälters benutzt. Eine Vorrichtung, welche auch der Herr Gengembre in Paris bey der Dampfmaſchine, welche die Streckwerke in der Pariſer Münze treibt, angebracht hat *).

*) Annales de Chimie. T. LXIX. p. 189. f.

Da durch dieſe und noch mancherley andere Verbeſſerungen die Dampfmaſchinen vor allen andern Maſchinen, welche ſonſt zur Erhaltung gleicher Zwecke gebraucht waren, einen großen Vorzug gewährten, ſo dachten beſonders die Engländer darauf, dieſelben auch bey ihren ſo mannigfaltigen großen Fabriken zu Bewegungen bey manchen dabey nöthigen Verrichtungen mit Vortheil anzuwenden, ja ſie ſogar zur Fortbewegung der Schiffe, der Wagen u. ſ. f. zu benutzen. Allein hiebey fanden ſich anfänglich manche Schwierigkeiten. Einer der erſten, welcher alle dieſe Schwierigkeiten wegzuräumen ſuchte, war der geſchickte Mechaniker Herr von Reichenbach in München. Sein Plan war vorzüglich dahin gerichtet, die Dampfmaſchinen nicht allein zu allen nöthigen Verrichtungen in Fabriken, Manufacturen, Werkſtätten, Berg-, Hütten- und Hammerwerken, Salinen u. ſ. f., wo bisher Maſchinen durch Kräfte von Menſchen, von Thieren, von Gewichten, vom Waſſer, von Wind und dgl. in Bewegung gebracht und darin erhalten waren, ſondern auch ſelbſt für das gemeine Leben, namentlich in der Landwirthſchaft und beym Fuhrweſen, und zwar nicht etwa auf eiſernen und hölzernen Kunſtbahnen, ſondern ſogar auf allen Straßen anwendbar zu machen. Zur Erreichung dieſer Zwecke mußten aber von ihm folgende nicht leichte Aufgaben gelöſet werden:

1. Er mußte den Dampfkeſſel und Dampfcylinder in den möglichſt kleinſten Raum bringen, und zwar unbeſchadet ihrer Wirkſamkeit.

2. Er mußte die ganze Vorrichtung tragbar und fahrbar machen.

3. Er mußte ihr eine einfache Einrichtung geben, daß ſie von jedem gemeinen Arbeiter verſtanden, gehörig behandelt und im beſtändigen Gange erhalten werden konnte.

4. Auch mußte man ſie ohne zu große Koſten anſchaffen, mit geringem Aufwande von Brennmaterial in Bewegung ſetzen, und eben ſo darin erhalten können.

Digitized by Google

Sollte eine Dampfmaſchine dieſen Erforderniſſen genugthun; ſo müßte dem Dampfkeſſel eine beſondere Einrichtung und Form gegeben werden, welche es unmöglich machte, während er ſelbſt z. B. auf einem Fuhrwerke dem heftigſten Rütteln und Stoße ausgeſetzet wäre, das Kochen des Waſſers zu ſtören, oder dem Dampfcylinder Waſſer, ſtatt der Dämpfe zuzuführen, ſo müßte mit Ausſchluß von allem kalten Waſſer die Verdichtung der Dämpfe hinwegfallen, ſo müßte der Steuerung die größte Einfachheit gegeben werden, ſo müßte ſelbſt keine beſondere Vorrichtung mehr nöthig ſeyn, um die Stempelſtange in der Richtung der Axe des Dampfcylinders auf- und abzubewegen, ſo müßte der Dampfkeſſel ſelbſt ſicher genug gebaut werden können, um alle Gefahr des Zerſpringens zu entfernen, und ſo müßte auch letzterer ſeine Füllung durch eine einfache eigene Art erhalten.

Der Herr von Reichenbach glaubte alle dieſe Schwierigkeiten überwunden zu haben *). Allein der Herr Joſ. von Baader führte dagegen an, daß man in England, wo man alles mögliche bereits verſucht habe, was man mit Hülfe der Elaſticität der Dämpfe auszurichten im Stande ſey, ebenfalls auf die Idee gekommen ſey, dieſe wirkſamſte, bequemſte und wohlfeilſte unter allen Bewegungskräften, auf das Fuhrwerk und auf andere in der Landwirthſchaft nöthige Verrichtungen anzuwenden. Man ſey aber überzeuget worden, daß die Anwendung der Dampfmaſchine auf das gewöhnliche Fuhrwerk ſchwerlich erhalten werden könne. Der Herr Trevithik in England war beſonders auf den Gedanken gekommen, den luftleeren Raum, oder die Verdichtung der Dämpfe durch kaltes Waſſer, worauf bisher die Wirkung der Dampfmaſchine hauptſächlich beruhete, gänzlich aufzugeben, dem auf den Kolben wirkenden Dampfe, deſſen ausdehnende Kraft bisher den gewöhnlichen Druck der Atmoſphäre nur etwas weniges übertraf, eine beträchtlich

*) Schweigger's Journal für Chemie und Phyſik. B. XVIII. S. 269. ff.

höhere Elaſticiät von 6 bis 8 Atmoſphären zu verſchaffen. Wenn alsdann der Dampf gewirkt hatte, ſo mußte er aus dem Cylinder in die freye Luft überſtrömen, mithin mußte die Wirkung der Maſchine auf das Uebergewicht der elaſtiſchen Kraft des Waſſerdampfs über den gewöhnlichen Druck der Luft begründet werden. Da nun auf ſolche Art der Aufwand und die Einwirkung des kalten Waſſers mit dem ganzen Condenſations-Apparate und der ſogenannten Luftpumpe wegfiel, und dem Cylinder bey der erhöheten elaſtiſchen Kraft des Dampfes kleinere Dimenſionen gegeben werden konnten, ſo gewann die Maſchine allerdings an Einfachheit, an Umfang und an Gewicht. Allein der Hauptzweck des Herrn **Trevithick**, die Dampfmaſchine ſo leicht und compendiös zu machen, daß ſie ſtatt der Pferde zum Fortſchaffen eines Wagens auf gewöhnlichen Straßen angewendet werden könnte, konnte nicht in Erfüllung gebracht werden. Indeſſen verfiel man mehrere Jahre hernach darauf, die Dampfmaſchinen zur Bewegung der Schiffe und der Wagen auf Eiſenbahnen anzuwenden, wobey die Maſchinen mit verſtärkter und erhöheter Elaſticität des Dampfes wegen ihres geringen Gewichtes und Umfanges vorgezogen wurden.

Um nun bey ſolchen Maſchinen die vermehrte und verſtärkte Elaſticität zu erhalten, ließ Herr **Trevithick** das Sicherheitsventil einſchließen und verdecken, daß niemand dazu kommen, und das darauf wirkende Gewicht über die Abſicht des Maſchinenbaues hinaus vermehren konnte. Dann erfand er die gebogene mit Queckſilber angefüllte Röhre. Das Queckſilber kann mit Genauigkeit auf jeden Druck, den man beabſichtiget, berechnet werden, und muß durch den Druck der Dämpfe unfehlbar herausgeſchlagen werden, wenn der Druck auf die Fläche auch nur um ein Pfund vermehrt wird. Ferner ließ er Löcher in den Keſſel bis zu einer gewiſſen Höhe über den Boden bohren, und ſie mit Bley ausgießen, welches ſchmelzen muß, wenn durch ein zu ſehr verſtärktes Feuer der Keſſel trocken kocht, oder glühend wird. Indeſſen

Digitized by Google

ſind alle dieſe Mittel zur Verhütung eines Unglücks nicht zureichend. Daher hat man nachher in England noch andere und darunter auch das vorgeſchlagen, in den Keſſel Oeffnungen zu machen, und ſolche mit einer Metallcompoſition auszufüllen, die bey einem beſtändigen Wärmegrade ſchmelzbar iſt, um jedes Unglück zu vermeiden.

Zu den neuern Mitteln, die Gefahr des Zerſpringens des Keſſels nicht allein zu verhüten, ſondern auch eine ungemein hohe Expanſivkraft des Dampfes hervorzubringen und dabey zugleich wenig Feuermaterial zu gebrauchen, gehören vorzüglich die Woolf'ſchen Patent-Keſſel. Herr Woolf *) hat nämlich die bisherigen ungeheuren großen Dampfkeſſel gänzlich verworfen, und dagegen mehrere mit einander verbundene Röhren von verſchiedenen Durchmeſſern eingeführet. Dieſe Zuſammenſetzung von Röhren hat vor den gewöhnlichen voluminöſen Dampfkeſſeln den Vorzug, daß dieſelbe einen weit geringern Raum erfordert, verhältnißmäßig gegen Keſſel von gleicher Wirkung nur wenig Waſſer enthält, dem Feuer eine verhältnißmäßig größere Oberfläche verbietet, und eine viel größere Sicherheit gegen das Zerſpringen gewähret, als ſelbſt der allerſtärkſte Dampfkeſſel, ſo daß vermittelſt dieſer Verbindung mit Röhren ohne die mindeſte Gefahr eine Dampfmaſchine auch mit geſteigertem Drucke betrieben werden kann. Auch bemerket Herr Woolf, daß ſich ſeine Vorrichtung ſelbſt auf die länglichen Keſſel, welche bey den Dampfmaſchinen im Gebrauche ſind, mit gutem Erfolge anwenden laſſe. Er zeiget, wie dies durch eine Reihe von Röhren bewerkſtelliget werden könne, welche man horizontal unter dem länglichen Keſſel anbringt und mit ihm verbindet. Auf dieſe Art laſſe ſich die Kraft des Dampfes in einer Maſchine beträchtlich vergrößern, und die Erzeugung deſſelben im Keſſel beſchleunigen, ohne ihn aber doch bis zu demjenigen hohen Grad von Hitze zu ſteigern, welchen aus bloßen Röhren beſtehende Keſſel auszuhalten vermöchten.

*) *Tilloch's* Philoſoph. Magzi. Vol. XLVI.

Ueberdem hat Herr Woolf eine Vorrichtung aufgefunden, durch welche die Temperatur des Cylinders einer Dampfmaſchine, in welchem das Kolbenſpiel geſchiehet, ſich zu jeder beliebigen Temperatur erheben läßt, ohne daß man Dampf aus dem Keſſel in irgend einen ihn umgebenden Behälter treten läßt, welches bey Dampf von hoher Temperatur immer mit der Gefahr einer Explosion verbunden iſt. In dieſen Behälter thut Herr Woolf Oehl, oder thieriſches Fett, oder Wachs, oder einen andern ſolchen Körper, deſſen Schmelzpunkt unter der Temperatur, die der Dampf haben ſoll, liegt, und welcher in dieſer Hitze nicht verfliegt; oder er füllt den Cylinder-Futteral mit Queckſilber oder mit einer Metallmiſchung, z. B. aus Zinn, Wismuth und Bley, welche in einer geringern Hitze ſchmelzt, als die, mit der man den Dampf in Arbeit zu ſetzen Willens iſt, und bildet dieſen den Cylinder umgebenden Behälter ſo, daß das Oehl oder andere Körper, womit er angefüllt iſt, nicht blos mit den Seiten, ſondern auch mit dem Boden und der Decke des Cylinders in Berührung ſtehen, ſo daß dieſer ſo viel wie möglich in derſelben gleichförmigen Temperatur erhalten werde. Dieſe Temperatur unterhält er durch ein Feuer, welches unmittelbar unter oder um den Behälter brennt, oder dadurch, daß er ihn mit abgeſonderten Gefäßen verbindet, welche mit Oehl ꝛc. gefüllt ſind, und in der erforderlichen Temperatur erhalten werden.

Durch dieſe Art, die Cylinder zu erhitzen, erlangt er die Vortheile: 1. nicht nöthig zu haben, ſie mit Dämpfen von hoher Expanſivkraft zu umgeben, um ſie in der nöthigen Temperatur zu erhalten: und 2. mit Dampf, deſſen Temperatur verhältnißmäßig gering iſt, ja mit bloßem Waſſer, das in die Dampfgefäße gebracht wird, die volle Wirkung des Dampfs von hoher Temperatur zu bekommen, ohne im geringſten die Gefahr zu laufen, mit welcher der Gebrauch dieſes Dampfs, durch Springen des Keſſels oder anderer Theile der Maſchine, ſtets verbunden iſt.

Noch eine andere Verbeſſerung, welche Woolf in den Dampfmaſchinen angebracht hat, beſteht darin, daß er den Dampf möglichſt verhindert, von der Seite des Kolbens, auf welche er drückt, nach der entgegengeſetzten, die mit dem Condenſator in Verbindung iſt, hinüber zu dringen. In Maſchinen von doppelter Wirkung verhindert er dies durch Queckſilber oder flüſſige Metalle, die über dem Kolben in einer Höhe ſtehen, bey der ſie dem Druck der Luft oder der Dämpfe das Gleichgewicht halten. Tritt der Dampf unter einen ſolchen Kolben und hebt ihn, ſo verhindert ihn die Metallſäule von gleichem oder größerm Druck neben dem Kolben vorbey nach der obern Seite zu ſchlüpfen, und bey dem Herabdrucken des Kolbens kann kein Dampf eher hindurch, als nicht alles flüſſige Metall hindurch gepreßt worden iſt. Eine Maſchine von einfacher Wirkung bedarf nur einer viel kleineren Metallhöhe über dem Kolben, da in ihr der Dampf nur auf die obere Fläche des Kolbens druckt. In ihr reichen daher Oehl, Wachs und ähnliche Stoffe zu dieſer Abſicht aus, wenn man ſie in gehöriger Menge nimmt. Damit die flüſſigen Metalle, welche mit dem Kolben gebrauchet werden, ſich nicht oxydiren, werden ſie mit etwas Oehl oder einem ähnlichen Körper übergoſſen, damit die äußere Luft von ihnen abgehalten wird.

Herr Woolf hat auf dieſe Art mehrere Dampfmaſchinen mit glücklichem Erfolge erbauet, ohne befürchten zu dürfen, daß ein Theil derſelben durch zu große Expanſivkraft der Dämpfe zerſprenge.

Im Jahre 1811 hatte der Herr Graf von Bouquoi den Vorſchlag gemacht, Dampfmaſchinen von Holz zu bauen, welchen er auch zu Rothhaus, 4 Meilen von Töplitz glücklich ausgeführt hat. Dieſe Maſchine, welche zum Auspumpen der Grubenwaſſer aus einem Steinkohlenbergwerke gebrauchet wird, hat keine Steuerung, und erfordert zur Regierung der Pipen, zum Schüren des Feuers und zum Ausſchütten von kaltem Waſſer nur zwey ſchwache Perſonen. Der Holzverbrauch während 12 Stun-

Digitized by Google

den Arbeit ſtieg nie über $\frac{1}{8}$ Klaſter weiches Holz. In jeder Minute hob die Maſchine 6 mal einen 10 Zentner ſchweren Klotz, jedesmal 18 Zoll hoch.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLIII. S. 102. ff. B. LIV. S. 96. f. B. LV. S. 277. ſ. Poppe Encyclopädie des geſ. Maſchinenweſens. Th. VII. Artik. Dampfmaſchinen.

Deſtillation (Zuſ. z. S. 675. Th. 1.). Um mit einerley Brennmaterial bey Deſtillationen, mehr, als bisher geſchehen iſt, zu bewirken, hat Herr Smithſon Tennant *) einen doppelten Deſtillirapparat angegeben. Die Schlangenröhre einer gewöhnlichen Branntweinblaſe wird nämlich bekannter Maaßen durch ein Kühlfaß geleitet. Dieſes Kühlfaß iſt aber vollkommen luftdicht, und hat gleichfalls die Einrichtung einer Branntweinblaſe. So wie es nun in der erſten Blaſe zu kochen anfängt, ſo wird der ſich entwickelnde Dampf vermittelſt dazu angebrachter und mit Hähnen verſehener Röhren in die zweyte Blaſe gelaſſen. An dieſer andern Blaſe iſt ein Hahn angebracht, durch welchen die Luft mittelſt der in ſelbige geleiteten Dämpfe ausgetrieben wird. Iſt nun dieſer Zweck erreicht, ſo verſchließt man ſowohl die Hähne der Röhren, durch welche der Dampf aus der erſten Blaſe in die andere überſtrömte, als auch den, durch welchen die Luft ausgetrieben wurde. Auf dieſe Art iſt in beyden Blaſen eine gehörige Luftverdünnung erfolget, und die Dampfentwickelung erfolget bey einer niedrigern Natur; daher reicht die Wärme, die ſich aus der Schlangenröhre beym Uebergange der in der erſten Blaſe entwickelten Dämpfe entwickelt, hin, die Deſtillation der in der zweyten Blaſe ſich befindlichen Flüſſigkeit zu bewirken, und zu unterhalten.

Im Jahre 1813 erhielt der Branntweinbrenner Parkinſon, in Kingſton ein Patent, für eine Vorrichtung, alle Unglücksfälle und ſchlimme Ereigniſſe beym Deſtilli-

*) Philoſoph. Transact. for 1814. Part. II.

Digitized by Google

ren zu vermeiden. Es wird nämlich um die Deſtillirblaſe ein löffelförmig geſtalteter Rand mit Schnelloth angelöthet und angenietet, welcher ſich in eine Mündung endiget, unter welcher eine Kufe zum Auffangen der Flüſſigkeit ſtehet.

Sollte durch irgend einen Zufall die Blaſe zerſpringen, und der Branntwein auslaufen, ſo kann er nicht in das Feuer fließen, ſondern begiebt ſich in den löffelförmigen Kranz, welcher die Blaſe ringsum umgiebt, und läuft nun aus dieſem in das zum Auffangen untergeſtellte Gefäß.

Aehnliche Vorrichtungen laſſen ſich bey Siedekeſſeln anbringen, in welchen Oehl, Seiffe, Firniſſe u. dgl. gekocht werden, wodurch manche Gefahr verhütet werden kann.

M. ſ. Klaproth's und Wolff's Supplemente zu dem chemiſchen Wörterbuche. B. I. S. 591. f.

Diamant (Zuſ. z. S. 252. Th. VI.). Die Herren Biot und Arrago *) hatten aus ihren Verſuchen über das Brechungsvermögen mehrerer Körper gefunden, daß die Brechung in denjenigen Körpern am ſtärkſten iſt, in welchen der Waſſerſtoff vorherrſcht, dagegen geringer in denen, wo der Kohlenſtoff vorſticht, und in ſolchen am kleinſten, wo der Sauerſtoff die größte Menge ausmacht. Hievon machte aber der Diamant eine große Ausnahme, und daher ſchloſſen die Herren Biot und Arrago, daß der Diamant kein reiner Kohlenſtoff ſey, wie man bisher geglaubet hat; vielmehr deute ſein großes Brechungsvermögen auf Anweſenheit vom Waſſerſtoffe, einem Stoffe, welcher das Licht von allen am ſtärkſten breche; und zwar müſſe über $\frac{1}{3}$ der Maſſe des Diamanten aus Waſſerſtoff beſtehen. Die Herren Biot und Arrago wünſchen daher, daß die Zerlegung des Diamanten durch einen directen Verſuch mit aller der Vorſicht wiederholet werden möchte, welche die Vermuthung, daß er Waſſerſtoff in ſeiner Miſchung enthalte, nothwendig zu machen ſcheine.

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXV. S. 384.

Der Herr Guyton de Morveau *), der bereits im Jahre 1799 durch ſeine Verſuche bewieſen zu haben glaubte, daß der Diamant reiner Kohlenſtoff ſey, erhielt den Auftrag, von neuem Verſuche mit Diamanten anzuſtellen, die er auch in Gemeinſchaft mit den Herren Hachette und Clement ausgeführet hat. Ehe ſie aber bekannt gemacht wurden, hatten unterdeſſen die Herren Allen und Pepys β) zu London mit demſelben Gegenſtande ſich beſchäftiget und ihre Reſultate dem publico mitgetheilt. Das Verbrennen des Diamanten geſchah in einer Platinröhre, welche durch einen kleinen Ofen gieng, und in die der Diamant auf einem Gleiter von Platin liegend hineingeſchoben wurde. Vermittelſt zweyer anderer Vorrichtungen konnten gewiſſe beſtimmte Maaße Sauerſtoffgas durch die Röhre hin und her gelaſſen werden. In dieſem Apparate haben die Herren Allen und Pepys nach einander verbrannt Holzkohle, Diamant, Coaks oder verkohlte Steinkohlen und Reißbley. Folgendes ſind die Reſultate, wie ſie ſie berechnen, erſtens aus der Menge des erzeugten kohlenſauren Gas, und zweytens aus der Menge des verzehrten Sauerſtoffgas. Von dieſen verbrennlichen Körpern wurden verzehrt, indem dadurch, dem Gewichte nach, 100 Theile kohlenſaures Gas entſtanden, folgende Gewichtstheile:

von		nach 1	nach 2
Holzkohle		27,92	28,77
Diamant	Verſuch 1	28,95	28,81
	Verſuch 2	28,82	28,72
Coaks		28,20	28,27
Reißbley		28,46	28,46
das Mittel iſt		28,67	28,60

Hiernach enthalten alſo 100 Theile kohlenſaures Gas dem Gewichte nach ſtets 28,60 Theile Kohlenſtoff. Auch haben die Herren Allen und Pepys des Herrn Lavoiſier

*) Annales de Chimie. To. LXV. p. 84. ſqq.

β) Philoſoph. Transact. for 1807.

Ausſage beſtätiget gefunden, daß beym Verbrennen von Kohle in Sauerſtoffgas das Volumen des Gas unverändert bleibt. Ferner haben ſie beym Verbrennen der Kohle in der Platinröhre, während dieſe weiß glühete, in den gläſernen Vorſtößen keine Spur von Flamme auch nicht das geringſte Zeichen von Feuchtigkeit wahrgenommen. Hieraus ließ ſich alſo durchaus auf keine Gegenwart des Waſſerſtoffs im Diamanten ſchließen.

Herr Herm. Davy hatte darauf, daß der Diamant ein Nichtleiter der Elektricität iſt, und auf die Wirkung, welche das Kalium auf ihn äußert, die Vermuthung gegründet, daß er zuſammengeſetzet ſey aus Kohlenſtoff und wenig Sauerſtoff; nachher hatte er den Gedanken geäußert, der Diamant ſey vielleicht eine Verbindung von Kohlenſtoff mit irgend noch einem unbekannten, ſehr feinen elementären Körper, welcher zu der Klaſſe der Unterhalter des Verbrennens gehöre.

Endlich aber wünſchte doch Herr Davy *) noch einmal Gelegenheit zu finden, vergleichende Verſuche mit dem Diamanten und mit Körpern anzuſtellen, welche Kohlenſtoff enthalten, und dieſer Wunſch war ihm beſonders durch die Entdeckung der Jodine noch lebhafter geworden. Im März und Aprill des Jahres 1814, als er ſich zu Florenz aufhielt, fieng er ſeine Verſuche über das Verbrennen mit Diamanten und mit Reißbley mittelſt deſſelben großen Brennglaſes an, womit der Großherzog Cosmus von Toscana zum erſten Male die Wirkung des Sonnenlichtes auf den Diamanten anſtellen ließ, und ſetzte ſie nachher in Rom fort. Das Sauerſtoffgas, welches er zu dieſen Verſuchen gebrauchte, war aus ſo genannten überoxidirt-ſalzſaurem Kali bereitet. Mit dieſem Gaſe füllte er recht trockene mit Hähnen verſehene Glaskugeln von dünnem Glaſe, welche 14 bis 40 Cubikzoll Gas faſſen konnten. Der Diamant wurde auf ein kleines Schälchen aus Platin, welches wie ein Sieb durchlöchert war,

*) Philoſoph. Transact. for 1814. P. I.

gelegt, und dieſes an den Hahn der Glaskugel befeſtiget. Die Abſorption des Gaſes wurde mittelſt einer kleinen Glasröhre gemeſſen, welche auf das Hahnſtück der Glaskugel feſt geſchroben wurde. Sie war graduirt und in Queckſilber getaucht. War nun der Diamant einmal durchs Brennglas entzündet worden, ſo brannte er einige Zeit fort, ſelbſt nachdem das Brennglas hinweggenommen war, ja er ſchmolz ſogar einen Platindraht, mit welchem die Schaale befeſtigt war, und zwar einige Zeit nachher, nachdem der Diamant aus dem Brennpunkte der Linſe herausgenommen worden. Das Licht, was er beym Verbrennen verbreitete, war ſo glänzend roth, daß man es ſelbſt mitten im Sonnenlichte ſah. Während des Verbrennens der Diamanten wurde auch nicht die geringſte Feuchtigkeit abgeſetzt, und die Verminderung des Gasvolumens war kaum bemerkbar. Es wurde nichts weiter als kohlenſaures Gas gebildet, welches in allen ſeinen Eigenſchaften vollkommen mit dem gewöhnlichen kohlenſauren Gas übereinſtimmte.

Wenn Reißbley unter ähnlichen Umſtänden verbrannt wurde, ſo bildete ſich auch Feuchtigkeit, und das Gasvolumen erlitt eine bedeutende Verminderung, welches einigen Antheil am Waſſerſtoff als Beſtandtheil des Reißbleyes anzeigte. Zwey Gran vorher geglühetes Reißbley in eine Glaskugel, welche $8\frac{1}{2}$ Cubikzoll Sauerſtoffgas enthielt, auf die Platinſchale gebracht, verbrannte nicht ganz zur Hälfte, und während des Verbrennens verdunkelte ſich das Gas und ſetzte ſich eine Menge Feuchtigkeit an der innern Wand der Kugel ab. Nachdem nun die Kugel auf ihre vorige Temperatur wieder zurückgekommen war, und der Hahn über Queckſilber geöffnet wurde, drangen 96,6 Gran Queckſilber hinein; und an den Wänden der Kugel zeigten ſich Waſſertropfen. Da hierbey aber etwas Eiſenoxyd als Rückſtand blieb; ſo ließ ſich nicht ganz die Abſorption des Sauerſtoffgaſes zur Bildung des Waſſers zuſchreiben.

Terpentinöhl-Kohle brannte ganz ab, und ließ gar keinen Rückſtand, dabey wurde aber eine größere Menge Waſſer gebildet, und es fand eine weit bedeutendere Verminderung des Gasvolumens ſtatt, als bey dem Reißbley. Bey Verbrennung von 3 Gran dieſer Kohle war das Volumen des abſorbirten Gaſes gleich einem Raume, den 107,5 Gran Queckſilber einnehmen.

Alkoholkohle, welche während der Aetherbereitung gebildet worden, ließ eine kleine Menge eines weißen Rückſtandes, welcher wahrſcheinlich von der Unreinigkeit der Schwefelſäure, welche zu dieſem Prozeſſe angewandt wurde, herrührte. Hiebey wurde aber noch mehr Waſſer erzeuget, und fand eine größere Abſorbtion des Sauerſtoffgaſes ſtatt. Bey 2,5 Gran ſolcher Kohle betrug ſie ſo viel als der Raum, den 194,5 Gran Queckſilber einnehmen.

Eichenholzkohle hinterließ eine weiße Aſche, welche größtentheils aus kohlenſaurem Kalk beſtand. Während des Verbrennens derſelben wurde die größte Menge Waſſer gebildet, und es fand die größte Abſorbtion ſtatt. Bey 5 Gran ſolcher Kohle betrug ſie ſo viel als der Raum beträgt, den 513,3 Queckſilber einnehmen.

Die allgemeinen Reſultate dieſer Verſuche, ſagt Herr Davy, widerſprechen der Meinung, daß die gewöhnliche Kohle ſich von dem Diamanten durch einen Antheil Sauerſtoff unterſcheide; denn wenn dem ſo wäre, ſo müßte ſich beym Verbrennen der Raum des Sauerſtoffgaſes nicht vermindern, ſondern vermehren. Eben ſo wenig günſtig ſind ſie der Annahme, daß der Diamant Sauerſtoff enthalte; denn die Mengen des kohlenſauren Gaſes, welche ſich beym Verbrennen des Diamanten und der Kohle erzeugen, ſind nicht um mehr verſchieden, als ſie vermöge der Waſſerbildung ſeyn müſſen, die beym Verbrennen der gewöhnlichen Kohle ſtatt findet; und die Erſcheinungen, welche ſich beym Einwirken von Kalium auf den Diamanten zeigten, laſſen ſich aus andern Umſtänden erklären.

Die einzige chemiſche Verſchiedenheit, welche ſich zwiſchen dem Diamant und der reinen Kohle auffinden läßt,

Digitized by Google

iſt nach Herrn Davy, daß dieſe eine geringe Menge Waſſerſtoff enthält. Auch durch das Glühen kohlenartiger Körper in der Chlorine läßt ſich nachweiſen, worin die eigentliche Natur der chemiſchen Verſchiedenheit des Diamants und dieſer Körper beſtehet. Erhitzt man gut gebrannte gewöhnliche Kohle oder Reißbley ſtark in Chlorine, ſo zeigen ſich unmittelbar weiße Dämpfe, welche durch Bildung von ſalzſaurem Gas mittelſt ihres Waſſerſtoffs entſtehen. Der Diamant zeigt dagegen keine ähnliche Wirkung. Herr Davy hatte einen kleinen Diamanten, der 0,45 Grain wog, in Chlorinegas mittelſt des großen Brennglaſes des Muſeums zu Florenz über eine halbe Stunde lang im heftigſten Glühen erhalten; das Gas litt aber keine Veränderung, der Diamant verlor nichts an Gewicht, und ſein Anſehen veränderte ſich nicht im geringſten.

Kohle, welche in Chlorine im heftigen Glühen erhalten wurde, veränderte ſich dadurch weder in ihrem elektriſchen Leitungsvermögen, noch in ihrer Farbe. Dieſer Umſtand begünſtigt nach Herrn Davy die Meinung derjenigen, welche glauben, daß die geringe Menge von Waſſerſtoff, welche jede Kohle enthält, nicht die Urſache der großen Verſchiedenheit ſeyn kann, die zwiſchen den phyſikaliſchen Eigenſchaften der Diamante und der Kohle ſtatt findet.

Endlich wurde noch vom Herrn Pepys der Diamant der Wirkung der großen Childern'ſchen galvaniſchen Batterie ausgeſetzet. Wenn ja noch einige Ungewißheit über die Natur des Diamanten übrig bleiben ſollte, ſo glaubte Pepys, daß ſich durch dieſe Batterie ein ſogenanntes experimentum crucis für dieſen Gegenſtand müſſe erhalten laſſen.

Zu dem Ende bog er einen Draht, aus reinem weichen Eiſen in ſeiner Mitte in eine Knie, und machte an dieſer Stelle nach der Länge deſſelben einen ihn theilenden Einſchnitt mit einer ſehr feinen Säge. In dieſe Oeffnung brachte er Diamantſtaub, und erhielt ihn darin

Digitized by Google

mittelſt zweyer feinerer Drähte, deren einen er unter und deren andern er über den Einſchnitt legte, worauf er ſie mit einem dünnen Drahte wie eine Rolle ſo dicht umwickelte, daß ſie ſich nicht verſchieben konnten. Auch alle dieſe Drähte beſtanden aus weichem ſehr reinen Eiſen. Der Theil, welcher den Diamantſtaub in ſich ſchloß, wurde mit dünnen Talkblättern umwickelt, und dann der ſo zubereitete Draht in den Kreis der großen Batterie gebracht. Er kam bald zum Rothglühen, und wurde 6 Minuten lang darin erhalten; jedoch hatte das Glühen ſo wenig Stärke, daß die mehreſten der Umſtehenden keinen entſcheidenden Erfolg erwarteten. Als aber Herr Pepys den Draht öffnete, fand ſich, daß das Diamantpulver gänzlich verſchwunden, und das Eiſen an der inneren Oberfläche, wie die vielen Höhlungen bewieſen, in Schmelzung gerathen war, ungeachtet es nur eine ſehr mäßige Hitze erlitten hatte. Der ganze Theil deſſelben, der mit Diamant in Berührung geweſen war, hatte ſich in einen reinen blaſigen Stahl verwandelt. Ein Theil dieſes Stahls, der bis zum Rothglühen erhitzt und in Waſſer abgelöſchet wurde, nahm eine ſo große Härte an, daß eine Feile ihn nicht angriff, und daß er Glas ritzte.

Dieſer Erfolg war alſo entſcheidend. Denn da die Berührung mit jedem andern Kohlenſtoff haltenden Körper als Diamant ſorgfältig vermieden war, ſo läßt ſich dieſem allein die erfolgte Verwandlung des Eiſens in Stahl zuſchreiben.

Zuletzt hat noch Herr Clarke den Diamant vor das Newman'ſche chemiſche Gebläſe mit ſtark verdichtetem Knallgaſe gebracht, um beſonders auf die verſchiedenen Erſcheinungen, welche er während des Verbrennens darbietet, aufmerkſam zu ſeyn. Der Diamant, der hinzu gebracht wurde, war octädriſch geformt von ſchöner Bernſteinfarbe, und wog 6 Karate.

Bey dem erſten Einwirken der Flamme des Gebläſes auf ihn, wurde er waſſerhell und farbenlos; dann zeigte

er ſich in ſchwacher weißer Farbe; darauf wurde er ganz undurchſichtig, und glich Elſenbein, und dabey verminderte er ſich in Größe und Gewicht. Nach dieſem verſchwand eine der Ecken des Octädron, und die Oberfläche deſſelben bedeckte ſich mit Blaſen; endlich brannten alle Ecken fort, und es blieb blos ein kleines länglichtes Kügelchen zurück, welches einen ziemlich ſtarken Metallglanz hatte. Zuletzt war alles verflüchtiget, ohne daß irgend ein Theilchen zurückblieb. Der ganze Verſuch war in ungefähr drey Minuten zu Ende.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVI. S. 188. B. L. S. 1. B. LII. S. 366. B. LV. S. 20. Klaproth's und Wolff's Supplemente zum chemiſchen Wörterbuch. B. I. S. 595. f.

Dianenbaum (Zuſ. z. S. 682. Th. I). Der Herr Prof. Vitalis zu Rouen hat ein ſehr einfaches Verfahren angegeben, den Dianenbaum zu bereiten, ſo daß ſich dieſer Metallbaum aus der Flüſſigkeit herausnehmen, und ohne Veränderung außerhalb des Gefäßes, in welchem ſie gebildet wurde, aufbewahren läßt. Die ſehr einfache Operation iſt folgende:

Man bindet in ein feines leinenes Tuch 5 bis 6 Drachmen ganz reines Queckſilber, in Geſtalt eines Knoten und hängt dieſen in die gehörig geſättigten Auflöſungen des Silbers und Queckſilbers, welche mit der von Baumé vorgeſchriebenen deſtillirten Waſſermenge verdünnt worden. Die metalliſchen Auflöſungen dringen bald hindurch zu dem im Knoten befindlichen Queckſilber, und es entſtehen ſehr bald ſchön geformte und nadelförmige Kryſtalle, welche ſich um den Knoten anhäufen, und an dem Queckſilber haften, das ihnen zum Unterſtützungspunkt dient. Die Nadeln nehmen nach und nach am Volumen zu, und erhalten in kurzer Zeit eine Länge von einem Zoll und darüber.

Bemerket man, daß die metalliſche Vegetation nicht mehr fortſchreitet, ſo nimmt man den Knoten, der mit ſchönen nadelförmigen Prismen umgeben iſt, heraus, und

hängt ihn mittelſt des ſeidenen Fadens, welcher zur Bindung des Knotens diente, unter einer kleinen Glasglocke auf, unter welcher ſich die metalliſchen Kryſtalle vollkommen erhalten.

M. ſ. Annales de Chemie. To. LXXII. p. 93, 599.

Donner (Zuſ. z. S. 701. Th. I.). Ueber die Urſache des Rollens des Donners iſt man bis jetzt noch nicht aufs Reine. Man hat Schwierigkeiten in der Erklärung dieſer Naturerſcheinung gefunden, die vielleicht ſo erheblich nicht ſind, als man ſie ſich vorſtellet. Daß die Entſtehung des Blitzes mit der Entſtehung des Donners einen weſentlichen Zuſammenhang hat, wird wohl von niemand geläugnet, indem mit jedem Blitze, als elektriſchem Phänomen, ein unmittelbarer Knall verbunden iſt. Der Blitz aber, welcher bey einem Gewitter ſehr oft von beträchtlicher Ausdehnung iſt, und ſehr wahrſcheinlich ſich nicht allein in die Länge, ſondern auch in die Breite und beſonders in die Höhe, vielleicht im weiten Abſtande, erſtrecket, iſt für uns als Lichterſcheinung inſtanter, der darauf erfolgende Knall aber kann erſt im Verhältniſſe der Ausdehnung des Blitzes unſer Ohr rühren, mithin pauſenweiſe erfolgen, und bald ſtärker, bald ſchwächer ſeyn, je nachdem die Wolken, von welchen der Blitz kommt, eine ſtärkere oder ſchwächere Elektricität beſaßen.

Faſt dieſelbe Vorſtellung von dem Rollen des Donners hat Herr D. Raſchig *) in Dresden zu erkennen gegeben. Nach ihm entſteht dieſe Erſcheinung 1) von der verſchiedenen meiſt ſehr beträchtlichen Länge des Blitzſtrahls, 2) von der verſchiedenen Stärke des Strahls in verſchiedenen Stellen ſeiner Bahn, und vielleicht auch 3) von der Verſchiedenheit der Körper, welche derſelbe in ſeinem Laufe trifft.

Die Länge des Blitzſtrahls mache, daß der Knall von demſelben nicht von allen Theilen ſeiner Bahn zugleich ins Ohr des Beobachters kommen könne. Man ſehe am

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIII. S. 206. f.

Horizonte oft Bliße in der Länge von einer Stunde Weges durch die Wolken fortlaufen; man ſehe ſie von der Erde bis in die höchſten Wolken ſich verlieren, und in mehrere Aeſte zertheilen. Von allen den verſchiedenen Punkten könne der Schall nothwendig nur nach und nach zum Ohr gelangen, je nachdem ſie weiter und höher lägen.

Der Bliß zeige auch nicht in allen Theilen ſeiner Bahn gleiche Stärke, beſonders wenn er ſich in mehrere Aeſte theile. Wären nun dünnere vertheilte Aeſte näher als der vereinte Strahl, ſo werde der ſchwächere Donner zuerſt gehört, und der ſtärkere Schlag ſpäter nachkommen.

Wahrſcheinlich ſey es auch nicht einerley, ob der Bliß in ſeinem Laufe dichtere Regentropfen, oder dünnere Wolken, oder von beyden freye Luft durchſtröme. Das Waſſer werde von einem ſtarken elektriſchen Strome wahrſcheinlich in Dampf oder Gasarten zerſeßt, und dies ſollte wohl bey der Schnelligkeit, womit es geſchieht, den Knall des Blißes verſtärken. Doch ſey es ihm zuweilen vorgekommen, als ob ein Bliß, der durch freye Luft fährt, heftiger knalle, als der in dicken Regenwolken. Es möge nun damit ſich verhalten wie es wolle, ſo laſſe ſich doch nicht anders vermuthen, als daß der Bliß in einem oder dem andern Falle eine ſtärkere Explosion verurſache, und darnach werde ſich auch der fortlaufende Schall vom Bliße bald ſtärker, bald ſchwächer ausnehmen.

Andere Urſachen könne er von dem Rollen des Donners nicht annehmen. Denn ein Wiederhall von Bergen ſey einmal in ebenen Gegenden gar nicht vorhanden, und müßte zweytens in den Gegenden, wo er ſey, immer einerley Echo geben, was der Erfahrung widerſpreche. Die Wolken aber, als lockere Dunſtmaſſen, könnten unmöglich ein Echo gewähren.

Auf eine ähnliche Art ſucht auch Herr Hellwig *) die Entſtehung des Rollens des Donners zu erklären. Nach ihm iſt der Donner nichts anders als ein Produkt

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik. B. LI. S. 139. ff.

des Blitzes. Die dauernde Länge eines Schalls ſtehe aber im Verhältniſſe der Länge des durch die freye Luft hindurchfahrenden Feuerſtrahls zu ſeinem Durchmeſſer. Wenn man z. B. eine Bombe mit 2 Pfund Pulver zerſprenge, ſo breite ſich der Schall ſogleich kugelförmig aus und werde kurz und begränzt gehört. Wenn dagegen 2 Pfund Pulver in eine Kanone, welche 15 bis 20 Durchmeſſer des innern Raums der Bombe zur Länge habe, geladen würden, ſo werde man einen beträchtlichen Unterſchied der Dauer des Schalls bemerken. Beym ſo äußerſt ſchnellen Durchfahren des Blitzes durch die Luft müſſe nothwendig ein vollkommen luftleerer Raum entſtehen, und das Einſtrömen der benachbarten Luft in dieſe Leere müſſe nothwendig mit einem Knall verbunden ſeyn. Um nun dieſe auszufüllen werde wegen der ſehr viel geringern Geſchwindigkeit des auszufüllenden Mittels eine Zeit erfordert, mehr oder weniger, je nachdem dieſer auszufüllende Raum eine größere oder geringere Länge beſitze, oder je öfter derſelbe erneuert werde. Der Eintritt der Luft in einen luftleeren Raum gebe nun den Schall als Produkt. Dieſer pflanze ſich vom Anfange bis zum Ende in gleicher Geſchwindigkeit fort, ſo daß man, wenn die Länge des zu durchlaufenden Schallgebenden Gegenſtandes bedeutend ſey, die Zeit meſſen könne, welche zwiſchen dem Anfange und der letzten Schallwelle, die gehört werden könne, vergehe.

Gedächten wir uns einen herausfahrenden Feuerſtrahl bey einem 24 Pfünder außerhalb der Mündung, welcher eine Länge von 488 Fuß beſitze, ſo werden beynahe 36 Tertien Zeit verlaufen, ehe der Schall verſchwinde. Folgten nun mehrere ſolche Strahlen ununterbrochen auf einander, ſo würde jeder einen eben ſo lang gedehnten Schall geben, und die Summe aller ein ſtetes Rollen von einigen Sekunden hervorbringen, ohne daß man das Echo zu Hülfe zu rufen nöthig hätte. Wären einige dieſer Kanonen nach dem Beobachter hin, andere von ihm ab, und noch andere ſeitwärts gerichtet, ſo würde er alle beym Donner beobachtete Modulationen während der Zeit hö-

ren, nur würde er in einer gewiſſen Entfernung und nicht zu nahe ſtehen müſſen. Auf dieſe Art glaubt Herr Helvig die Entſtehung des rollenden Getöſes bey einzelnen Donnerſchlägen auf eine einfache Art erkläret zu haben.

Auch der alte ehrwürdige Herr de Luc *), deſſen vormalige Erklärung des Donners in dieſem Artikel angeführet iſt, bemerket von neuem wieder, daß das bewundernswürdige Phänomen des Donners ohne Zweifel durch einander folgende Detonationen entſtehe, nach Art ſchnell hinter einander folgender Kanonenſchüſſe, und ſey eine Wirkung von Explosionen einer beſondern elaſtiſchen Flüſſigkeit, welche beym Zerſetzen der atmoſphäriſchen Luft hervorgebracht werde.

Durchſichtigkeit (Zuſ. z. S. 750. Th. I.). Der Herr Graf v. Rumford hat über die Schwächung des Lichtes durch den Durchgang durchſichtiger Körper Unterſuchungen angeſtellet. Er fand, daß das Licht einer Argandiſchen Lampe beym Durchgange durch eine Tafel von hellem, durchſichtigem, gut polirtem Spiegelglaſe in dem Verhältniſſe von 0,1864: 1,0000 geſchwächt wurde, oder daß nur 0,8136 der ganzen Lichtmenge, die auf die Glastafel fiel, durch das Glas hindurch gieng. Nach einem Mittel mehrerer Verſuche war der Lichtverluſt 0,1973; bey einer andern Glastafel von derſelben Glasart im Mittel, 0,1869; durch beyde Glastafeln zuſammen war nach einer Mittelzahl der Lichtverluſt 0,3184. Bey einer ſehr dünnen reinen Tafel von weißem hellen Glaſe fand er den Lichtverluſt nach einer Mittelzahl 0,1263. Was die Durchſichtigkeit der Luft betrifft, ſo ergab ſich dieſe aus ſeinen Verſuchen ſo groß, daß die Verminderung, welche das Licht beym Durchgange durch einige Füße derſelben erleidet, unbemerkbar war. Beym Durchgange durch ſehr große Räume der Luft wird jedoch das Licht merklich geſchwächt.

Auch hat der Graf von Rumford Verſuche über den Lichtverluſt bey der Reflexion des Lichtes angeſtellet.

---

*) *Nicholson's* Journal of nat. philos. Dec. 1810.

Digitized by Google

Er fand bey der Reflexion von dem beſten Ramsdenſchen Planſpiegel den Lichtverluſt 0,3494 der ganz darauf fallenden Lichtmaſſe; bey einem ganz gemeinen Glasſpiegel ſogar 0,4816.

Dynamiſches Syſtem (Zuſ. z. S. 752.). Die neuern Naturphiloſophen haben dieſer Lehre einen ganz andern Begriff untergeleget, als ihr Gründer, Kant, gethan hat. Kant verſtand darunter blos die Lehre, in welcher Betrachtungen über die Materie, in ſo fern die Bewegung als zur Qualität derſelben gehörig, unter dem Namen einer urſprünglich bewegenden Kraft, aufgeführt wird, angeſtellet werden. Allein ſchon Schelling, welcher zuerſt einen Verſuch machte, die Materie überhaupt zu conſtruiren, d. h. ſie in der reinen Anſchauung unſers Verſtandes darzuſtellen, oder durch bloße Thätigkeit unſers Geiſtes zu ſchaffen, verſtand unter dem Ausdruck: Dynamik die Lehre von der bewegenden Kraft als Materie ſelbſt, und in dieſem Sinne iſt nachher die dynamiſche Lehre faſt von allen neuern Naturphiloſophen angenommen worden. Kant hat an keiner einzigen Stelle behauptet, daß Materie nichts weiter ſey, als das beſtimmte Zuſammentreffen der zurückſtoßenden und anziehenden Kräfte im Raume. Er behauptet blos, daß Materie ohne die ihr weſentlich zukommenden Kräfte der zurückſtoßenden und anziehenden nicht gedenkbar, nicht möglich ſey, und dies beweiſet er nach meiner Einſicht ſo ſtreng mathematiſch, daß alle ſeine Nachfolger ihn durchaus noch nicht widerleget haben. Unter dem Artikel: Grundkräfte, werde ich hievon ausführlicher ſprechen.

Nach den neueren Anſichten der meiſten Naturforſcher beſteht ein jeder Körper aus einer Anhäufung von ungemein kleinen materiellen Theilchen (Atomen), welche von zwey Kräften unter einander im Gleichgewicht erhalten werden, von welchen die eine eine anziehende Kraft iſt, welche folglich die Theilchen einander zu nähern ſtrebet, die andere eine zurückſtoßende Kraft, welche wahrſcheinlich von der Wärmethätigkeit nicht verſchieden iſt, und die

folglich die körperlichen Theilchen von einander zu entfernen ſich bemüht. Von dieſen neuern Phyſikern ſind doch einige ſehr geachtete darunter, welche nur die einzige aus der Erfahrung erkannte Kraft der Körpertheile, die anziehende Kraft, annehmen, und die zurückſtoßende als Schein betrachten. Sonſt wird nach dieſer neuern atomiſtiſchen Lehre die Verſchiedenheit der Materien aus der Verſchiedenheit der Atome; und die verſchiedenen Grade der Dichtigkeit aus der eingeſtreueten Leere erkläret. Die Undurchdringlichkeit der Materie hängt blos von ihrer Exiſtenz ab, und die den Atomen inhärirenden Kräfte bewirken blos die ſo ſehr verſchiedenen gegenſeitigen Lagen der verſchiedentlich geſtalteten Atome, und ihre Verbindungen unter einander. Doch behaupten auch einige Phyſiker, daß ſelbſt die gleichartigen Atome noch in ungleichartige Atome getheilet werden könnten, und weichen daher von den ältern Atomiſtikern ab, als welche die Atome als abſolut untheilbar ſich vorſtellten. So ſagen jene z. B.: Ein Waſſeratom könne noch in ein Sauerſtoffatom und in ein Waſſerſtoffatom getheilet werden, welche letztere ebenfalls ihre beſtimmten Formen beſitzen und als Grundſtoffe oder Elemente untheilbar und einfach wären.

Nach dem dynamiſchen Syſtem, ſo wie es Kant begründet hat, kommen der Materie weſentlich zwey Grundkräfte, die anziehende und abſtoßende, als Eigenſchaften zu; die Materie iſt bis ins Unendliche theilbar, der Grad der Dichtigkeit derſelben beruht vorzüglich auf das verſchiedene Verhältniß der Grundkräfte ohne irgend eine eingeſtreuete Leere anzunehmen, und die verſchiedenartigen Formen der Theile der Körper werden durch die Grundkräfte bewirket. Uebrigens liegt der Grund der Undurchdringlichkeit der Materie nach dem dynamiſchen Syſteme nicht ſowohl in der Exiſtenz derſelben, ſondern vielmehr in der ihr weſentlichen zurückſtoßenden Kraft.

Geſetzt, man betrachtet beyde Lehrarten, die atomiſtiſche und die dynamiſche als bloße Hypotheſen, ſo kann noch die Frage aufgeworfen werden, welche von beyden

die Naturerſcheinungen am einfachſten und natürlichſten erkläret?

Die Annahme der Atome kann weder durch die Erfahrung, noch aus dem empiriſchen Begriffe der Materie überhaupt, als welcher blos das Bewegliche im Raume iſt, in der reinen Anſchauung bewieſen werden. Vielmehr lehret die Erfahrung an unzähligen Materien, daß ſie in ſolche feine Theile zertheilet werden können, welche unſern Sinnen gänzlich entſchwinden, und giebt daher den ſicherſten Fingerzeig zur unendlichen Theilung der Materie. Eben ſo wenig berechtiget uns die Erfahrung an den Atomen gewiſſe Grundformen anzunehmen, um daraus die verſchiedenartigen Materien zu erklären. Ferner giebt auch die Erfahrung nicht den geringſten vollgültigen Grund, die eingeſtreuete Leere zur Erklärung der verſchiedenen Grade der Dichtigkeiten anzunehmen. Uebrigens iſt es unbegreiflich, wie durch die Exiſtenz der Materie allein die Undurchdringlichkeit leicht möglich ſeyn könne; denn der Satz des Widerſpruchs treibt keine ankommende Materie zurück. Herr Hofrath Mayer bemerket zwar, es ſey ungedenkbar, daß der erfüllte Raum, das Undurchdringliche, das Reale im Raume, zugleich durch etwas anders erfüllt, durchdrungen, etwas anders Reales, ſeyn könne. Allein woher kommt das Ungedenkbare? Eben dies erfordert ja einen Grund, und dieſer kann nicht in der bloßen Exiſtenz der Materie, oder in dem Realen, wie es Herr Mayer nennt, liegen. Denn die Materie iſt ein Gegenſtand der Sinnenwelt, von welchem wir an und für ſich nichts wiſſen, wir erfahren ihn blos, d. h. wir überzeugen uns von deſſen Daſeyn durch unſere Sinne; aber durch unſern Verſtand entwickeln wir erſt den empiriſchen Begriff der Materie, den wir der Erfahrung zu Folge durch nichts anders als durch das Bewegliche im Raume annehmen können. Es kommt alſo nun darauf an, das Bewegliche durch die vier Kategorien gehörig durchzuführen, und vernunftmäßig zu beſtimmen, welche weſentliche Eigenſchaften der Materie zukommen müſſen.

Digitized by Google

Aus dieſer kurzen Darſtellung ſieht man ein, daß ſelbſt die neuere atomiſtiſche Lehre weder aus der Erfahrung, noch aus dem empiriſchen Begriffe der Materie überhaupt als haltbar angenommen werden kann. Ueberdem kann der Chemiker nach dieſer Lehre keinen einzigen chemiſchen Prozeß erklären; wahre chemiſche Miſchungen, ſo wie ſie der Chemiker erkläret, könnten hiernach gar nicht ſtatt finden, indem jedes Gemiſch nur als eine Anhäufung oder ein Gemenge der Atome betrachtet werden kann.

Das dynamiſche Syſtem, auch als Hypotheſe betrachtet, braucht zur Erklärung der Naturbegebenheiten weder verſchiedenartige Atome, noch eine eingeſtreuete Leere, ſondern erkläret die verſchiedenen Grade der Dichtigkeiten, die verſchiedenen Formen, welche auch die kleinſten Theile der Körper annehmen, und die Undurchdringlichkeit der Materie, aus Gründen, welche keiner einzigen Erfahrung entgegen ſind, ſondern auf welche uns vielmehr die Erfahrung hinweiſet. Denn in der ganzen materiellen Natur iſt ein ſteter Uebergang aller Körper von einem Zuſtande in den andern, folglich eine ununterbrochene Bewegung aller Materien, und dieſe ſetzt bewegende Kräfte voraus. Die dynamiſche Anſicht, wenn man ſie auch als eine bloße Vorausſetzung, wie die atomiſtiſche, annehmen wollte, gründet ſich alſo auf die einfachſten in der Natur durch alle Erfahrung nachzuweiſenden Urſachen, und ſie muß alſo ſchon in dieſer Hinſicht weit mehr Empfehlendes für ſich haben, als die atomiſtiſche. Außerdem läßt ſich aber auch, wenn der allgemeine empiriſche Begriff der Materie, als das Bewegliche im Raume als richtig zugegeben wird, mit mathematiſcher Gewißheit zeigen, daß der phyſiſche Grund aller Naturerſcheinungen zuletzt auf dieſen beyden Kräften, anziehender und abſtoßender, beruhen müſſe.

Nach dem dynamiſchen Syſtem iſt es überdem auch zu begreifen, auf welche Art ein chemiſcher Prozeß erfolgen kann, indem die phyſiſche Möglichkeit deſſelben in der

verſchiedenen Einwirkung beyder Grundkräfte der einander berührenden Materien liegen muß.

Weiter ſ. m. noch die Artikel: **Grundkräfte, Materie, Raum.**

E

Eis (Zuſ. z. S. 217. Th. VI.). Herr Plac. Heinrich hatte über die Ausdehnung des Eiſes eine Reihe von Verſuchen gemacht, wovon die merkwürdigſten Reſultate folgende ſind: Ein Eiscylinder zieht ſich um 0,0003064 ſeiner Länge zuſammen, wenn die Temperatur des ihn umgebenden Mittels um 10° Réaum. abnimmt. Wäre es nun erlaubt von 10° bis 80° abwärts zu ſchließen, ſo gäbe beym Eiſe eine Temperaturveränderung von 80° eine Längenveränderung von 0,0024512 des Ganzen, mithin mehr als bey allen feſten Körpern, womit man bisher Verſuche gemacht hat.

Eis zieht ſich alſo gegen die Meinung mehrerer Naturforſcher gleich andern Körpern bey wachſender Kälte zuſammen, und dehnt ſich bey abnehmender Kälte aus. Tritt das Eis der Temperatur des Aufthauungspunktes ſehr nahe, ſo zieht es ſich ſchnell und ſehr auffallend zuſammen, ohne noch in den tropfbaren Zuſtand übergegangen zu ſeyn; denn das Schmelzen geſchieht nur langſam.

Man hat auch vielfältige Erfahrungen gemacht, daß ſich auf dem Eiſe Figuren zeigen, welche Gegenſtände verrathen, die auf dem Grunde des Waſſers ſich befinden. In den großen Mooren in Irland ſollen ſich ſehr oft auf dem Eiſe der zugefrornen kleinen Lachen, deren es in Menge daſelbſt giebt, Baumſtämme ſammt ihren Zweigen abgebildet zeigen, und der Landmann pflege auch unter dem ſo gezeichneten Eiſe Baumſtämme zu ſuchen und zu finden. Dieſe Bäume ſind von verſchiedener Art, Eichen, Rüſtern, häufig ſehr große Aspen u. ſ. und immer liegen ſie horizontal. Gewöhnlich iſt das Eis an dieſen Stellen nicht ſo ſtark und dicht, wie an andern Stellen, ſo daß der Froſt auf jene mit weniger Kraft, als

Digitized by Google

auf dieſe, ſcheint gewirkt zu haben. Eine beſondere merkwürdige Erſcheinung in dem Eiſe einer Miſtpfütze, welche in der Mitte etwa 5 Fuß tief war, und in welcher ein ertrunkener Mann im Schlamme geſunden wurde, erzählet Wil. Nicholſon. Es zeigte ſich nämlich auf der Oberfläche des Eiſes ſenkrecht über dem geſundenen Ertrunkenen die Geſtalt eines Menſchen. Dies Eis war ſchwarz und ſo hell als das klarſte Waſſer, ſo daß man durch ſelbiges das braune Waſſer ſehen konnte; das übrige Eis hatte ebenfalls die braune Miſtpfützenfarbe, und war mit einer dünnen Lage Schnee bedeckt, welche aber über der Figur gänzlich fehlte, ſo daß ſie recht ſcharf begrenzt ins Auge fiel. Drey Tage zuvor beym Anfange des Froſtes war die ganze Oberfläche des Eiſes gleichmäßig mit Schnee bedeckt geweſen. Die ganze Geſtalt war von einer undurchſichtigen Linie umgeben, welche von anderm Ausſehen, und weißer, als das übrige war.

Ein anderes ſehr ſcharf beſtimmtes Eisbild beſchreibet der Herr Prof. Meinecke, als welches den damals neu angefangenen, an 5 Fuß tief unter Waſſer ſtehenden, Bau einer Schleuſe zu Halle darſtellte. An der obern Hälfte der Schleuſe, wo die Seitenwände an 6 Fuß über dem Eiſe hervorragten, und wo außerdem an der Nordſeite aufgeworfene Erde lag, zeigte ſich das Eisbild am deutlichſten, und verlor ſich immer mehr in dem Waſſer, wie das Eis weniger geſchützt war. Der ſchwarze Grund war dunkles Eis, die hellen Zeichnungen ſtellten das weiße über dem angefangenen Bau liegende Eis dar. Unter den weißen Bildern zeichneten ſich einige durch ihre Helle aus; dieſe befanden ſich über etwas höhern Gegenſtänden. Ueberhaupt brachte blos die verſchiedene Höhe der feſten Gegenſtände einen Unterſchied in der Weiße der Figuren hervor.

Die Bilder lagen genau ſenkrecht über den Gegenſtänden, und hatten dieſelbe Länge und Breite derſelben. Die ſämmtlichen Gegenſtände lagen vollkommen feſt, und waren größtentheils abſichtlich 2 Zoll hoch mit Sand bedeckt. Die dunkeln Stellen des Eiſes befanden ſich 6 bis

Digitized by Google

7 Fuß hoch über lockerm Grunde. Mit dem ſteigenden Froſte hatten dieſe Bilder an Beſtimmtheit zugenommen, und zwar blos des Nachts; auch an den Stellen, wo einige Eisſtücke zur Unterſuchung herausgenommen wurden, hatte ſich in einer Nacht im friſchen Eiſe wieder ein merkliches Bild erzeugt. Doch bey den frühern Froſten im Anfange des Winters waren dieſe Figuren nicht bemerkt worden; damals war das Eis hier eben ſo weiß, wie dieſes Bild.

Das herausgehauene Eis fand Herr Meinecke überall gleich dick, es zeigte ſich nur bey näherer Unterſuchung deſſelben, daß das Eis der Bilder 6 Schichten kleiner Bläschen enthielt: wovon das dunkle Eis frey war. Dieſe Schichten kleiner Luftbläschen waren parallel, aber von ungleicher Entfernung, ſo daß man an ihren Entfernungen die verſchiedene Kälte der vorhergegangenen Nächte erkennen konnte. Die Stärke des Eiſes betrug 4 Zoll. An den Gränzen der Bilder fand Herr Meinecke die Luftbläschen ausgezeichnet häufig und regelmäßig, gleich gerade gezogenen Schnüren kleiner Perlen, während ſie im Innern der Bilder oft in einander floſſen, ſo daß man das Eis ohne Mühe in 7 Schichten ſpalten konnte. Die Luftbläschen hatten höchſtens $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmeſſer. Genau betrachtet zeigten ſie ſich nicht vollkommen kugelförmig, ſondern tropfenähnlich, mit der Spitze nach dem Grunde des Waſſers gekehret. Sie waren deutlich gelb gefärbt durch herausgehobenes Flußmaterial.

Herr Meinecke erkläret dieſe Erſcheinung aus den in dieſem reinen und ſtillen Waſſer ſenkrecht aufgeſtiegenen Luftbläschen; nämlich an den ſcharfen Rändern der Gegenſtände konnten dieſe Bläschen häufiger und regelmäßiger aufſteigen, weil dieſe entblößt waren; während auf der Oberfläche der Gegenſtände eine Lage Sand lag; daher die ſcharfen Umriſſe, welche die kleinern wolkigen Bilder einſchloſſen. Dieſe Luftbläschen konnten aber aus den Gegenſtänden weder durch Froſt noch durch Wärme ausgetrieben werden, indem letztere ſich nicht durch Zerſetzung des Holzes oder der Steine gebildet haben kann, auch nicht

von außen etwa durch die Sonnenwärme eingedrungen ſeyn konnte. Sie mußten alſo durch mechaniſche Gewalt entſtehen. Das Schleuſenwaſſer hieng von dem Drucke der nahen Saale ab, und da die Steine und das Holz, ſo wie der eingerammte Thon des Baues, lange Zeit an der Luft gelegen und ausgetrocknet war, ſo wurde die von denſelben abſorbirte Luft nach und nach durch das von unten aufdringende Saalwaſſer ausgetrieben.

Was nun die regelmäßigen Schichten der Luftblaſen betrifft, ſo konnten dieſe wohl nicht dadurch entſtehen, daß etwa die Gegenſtände blos periodenweiſe Luft ausſtrömten, ſondern nur davon, daß die innerhalb eines Tages aufgeſtiegene Luft durch den Froſt der Nacht eingeſchloſſen wurde. Die höhern Gegenſtände erhielten hellere und beſtimmtere Bilder, weil hier die Luft durch einen kürzern Raum und daher regelmäßiger aufſtieg.

Bey einem frühern Froſte zeigten ſich dieſe Bilder nicht, es war vielmehr das ganze Eis ſo weiß wie dieſe Bilder, weil damals noch der ganze Boden der Schleuſe, welcher der Luft ausgeſetzt geweſen, Luft entwickelt hat, woran der lockere Erdboden früher erſchöpft werden mußte.

(Zuſ. z. S. 803. Th. I.) Die Herren v. Humboldt und Gay-Luſſac *) haben mehrere Verſuche über die Natur der Luft angeſtellet, welche aus dem gewöhnlichen und gefrornen Waſſer erhalten wird. Sie ſind davon überzeugt, daß das Waſſer die Luft nicht anders als im aufgelöſten Zuſtande, mithin nicht als Luft enthalten könne, und daß folglich, wenn ſich Luft aus dem flüſſigen oder gefrornen Waſſer durch irgend eine Naturoperation entbindet, dieſelbe chemiſch erzeuget wird. Dagegen haben Dalton und mehrere engliſche Naturforſcher behauptet, daß die Luft mit dem Waſſer blos mechaniſch, nicht chemiſch, verbunden ſey. Von dem daher rührenden Streit ſ. m. den Artikel Waſſer. Die Herren v. Humboldt und Gay-Luſſac fanden, daß ſich aus geſchmol-

*) Journal de physique Tom. LX. p. 129–168.

zenem Eis ungefähr nur halb ſoviel Luft entwickelte, als aus gewöhnlichem Waſſer, und dabey war beſonders zu merken, daß das Eis ſeine Luft nicht eher fahren ließ, als bis es eine Temperatur von mehr als 60° der hundert-theiligen Skala erlangt hatte. Die entbundene Luft hatten ſie in zwey Portionen aufgefangen, wovon die erſte 27,5 und die andere 33,5 Theile Sauerſtoffgas in 100 Theilen enthielt.

Die geringe Menge und die große Reinheit der aus dem geſchmolzenen Eiſe entbundenen Luft bewieſen, daß das Waſſer, indem es in den feſten Zuſtand übergeht, eine große Menge ſeiner aufgelöſeten Luft fahren läßt, daß jedoch dieſe Luft weit weniger rein iſt als diejenige, die es zurückbehält.

Sehr auffallend war es, daß Waſſer, indem es zu Schnee condenſirt, weniger Luft austreibt, als wenn es zu Eis wird. Sie ließen friſch gefallenen Schnee ſchmelzen, und erhitzten das Schneewaſſer allmählig. Sie erhielten faſt die doppelte Menge von Luft, als vom geſchmolzenen Eiswaſſer. In 5 Portionen war die Luft aus dem Schneewaſſer aufgefangen, und auch hier gab die 5te Portion in 100 Theilen das meiſte, nämlich 34,8, folglich ſo viel Sauerſtoffgas, welchen ſie je aus irgend einem Waſſer gezogen haben.

Dieſe Verſuche über das Schneewaſſer und das geſchmolzene Eis führten auf einige auffallende Folgerungen für das Studium der Meteorologie. Der Schnee iſt nichts als Aggregat kleiner Eisnadeln, welche ſich in den höhern Regionen der Atmoſphäre bilden, und doch geben dieſe kleinen geſchmolzenen Kryſtalle faſt ein doppelt ſo großes Volumen an Luft, als das geſchmolzene Eis unſerer Flüſſe. Hieraus würde man ſchließen müſſen, daß, wenn das in der Luft aufgelöſete Waſſer ſich in Schnee condenſirt, es keine ſo große Luftmenge ausſtoße, als wenn es an der Oberfläche der Erde zu Eis gefrieret; wäre es nicht auch denkbar, daß der Schnee zwiſchen ſeinen Kryſtallen eine gewiſſe Menge von Luft zurückbehalte, die er beym Schmelzen abſorbirt; denn es ſcheine, daß es gerade im Augen-

blicke ſeines Gefrierens ſey, daß das Waſſer größtentheils ſeine Luft fahren laſſe.

M. ſ. Gilbert's Annal. d. Phyſ. B. XX. S. 135. ff. B. XXVI. S. 228. B. LI. S. 388. B. LVIII. S. 294. ff.

Eiſen (Zuſ. z. S. 816.). Um Inſtrumente aus Eiſen oder Stahl vor dem Roſten zu bewahren, hatte der berühmte Mechaniker Conté folgende von ihm erprobte Methode: Man vermiſche fetten Oehlfirniß mit wenigſtens halb ſoviel, oder mit höchſtens $\frac{4}{5}$ ſehr rectificirtem Terpentinöhl. Dieſen Firniß trage man mit einem Schwamm dünn und eben auf den Stahl oder Eiſen auf, und ſetze dann das Inſtrument zum Trocknen an einen nicht feuchten Ort. So gefirnißt behalten die Inſtrumente ihren Metallglanz und bekommen keinen Roſtfleck. Auch Meſſing läßt ſich mit dieſem Firniß überziehen, wodurch die Politur erhalten und die Farbe des Meſſings erhöhet wird.

(Zuſ. z. S. 820. Th. I.). Nach den hier angeführten Verſuchen der Herren **Vandermonde, Monge** und **Berthollet** haben mehrere neuere Chemiker weitere Verſuche über die noch problematiſchen Eiſenarten angeſtellt, und hiernach faſt allgemein angenommen, daß **Stabeiſen** reines, von Sauerſtoff und von Kohlenſtoff völlig freyes Eiſen ſey; **Stahl** völlig reducirtes Eiſen, welches noch Kohlenſtoff, aber in geringer Menge, und in gleichförmigerer Verbindung als das **Roheiſen** enthalte; **Roheiſen** endlich ein noch nicht völlig reducirtes Eiſen, welches zugleich mit Kohlenſtoff verbunden iſt. Von der verſchiedenen Menge des Sauerſtoffs und des Kohlenſtoffs hängt es nach dieſer Theorie ab, ob das Roheiſen weiß und hart, oder grau und weich iſt; das harte weiße enthält weniger Kohlenſtoff und mehr Sauerſtoff als das graue; in dem Verhältniſſe, als dieſes zunimmt, bleibt es mit weniger Sauerſtoff verbunden, und kann daher auch zuweilen ganz frey von Sauerſtoff ſeyn. Nach den Erfahrungen des Ober-Hütten-Raths Herrn **Karſten** ſind dieſe Anſichten über dieſe verſchiedenen Eiſenarten nicht richtig, er glaubt

ſich vielmehr berechtiget zu halten, daß man die Theorie des Eiſens allein auf die Verbindung deſſelben mit dem Kohlenſtoffe gründen müſſe. Doch verkennt er nicht, wie mangelhaft noch unſere Kenntniß von der Natur und Beſchaffenheit dieſer Verbindung iſt, über welche die Chemie uns noch keine genügende Reſultate gegeben hat, und auch die Erſcheinungen in den großen Werkſtätten der Eiſenerzeugung viel Licht zu verbreiten nicht geeignet ſind, da tauſend kleine Umſtände, ſelbſt die elektriſche Beſchaffenheit der Atmosphäre, auf dieſe Verbindung Einfluß haben.

In folgenden Sätzen glaubt er das Reſultat unſerer bisherigen Verſuche mit Beobachtungen über das Eiſen darſtellen zu können.

1. Stabeiſen iſt reines Eiſen mit einem minimo von Kohlenſtoff verbunden. Eiſen ohne allen Kohlenſtoff dürfte vielleicht zum Gebrauch zu weich und von zu geringem Zuſammenhange ſeyn. Ueberwärmtes Stabeiſen, d. h. ſolches, welches zu viele trockene Hitze ausgeſtanden hat, iſt wahrſcheinlich ein allzu-kohlenſtoffleeres Stabeiſen; es hat zu wenig Zuſammenhang und zerfährt leicht unter dem Hammer.

2. Stahl iſt reines Eiſen mit $\frac{1}{10}$ bis 1 Procent Kohlenſtoff. Enthält er des Kohlenſtoffs mehr, ſo dürfte er ſchon zu ſpröde und zu leichtflüſſig ſeyn, auch ſeine Dehnbarkeit völlig verloren haben. Der wilde Rohſtahl, den man wegen ſeiner Härte gern zu dem Zieheiſen bey den Drahtzügen nimmt, ſteht zwiſchen dem dehnbaren Stahl und dem ſpröden Roheiſen in der Mitte.

3. Roheiſen iſt eine Verbindung des reinen Eiſens entweder mit $1\frac{1}{2}$ bis 5 Procent Kohlenſtoff, vielleicht auch mehr, oder mit Reißbley in unbeſtimmten Verhältniſſen. In der Hitze kann das Eiſen mehr Reißbley als in der Kälte auflöſen, daher das graue Roheiſen bey langſamen Erkalten einen Theil des aufgelöſeten Reißbleyes ausſtößt.

4. In Schwefelſäure und Salzſäure löſen ſich am ſchnellſten auf, mit dem heftigſten Aufbrauſen und unter Entbinden des meiſten Waſſerſtoffgas, das graue Roheiſen

und das Stabeiſen; erſteres unter Zurücklaſſen von reinem Reißbley. Stahl und weißes Roheiſen löſen ſich um ſo langſamer auf, je mehr Kohlenſtoff ſie enthalten, und aus dem weißen Roheiſen läßt ſich nur durch wiederholtes Uebergießen und Kochen mit Salzſäure oder Königswaſſer alles Eiſen abſcheiden. Der Kohlenſtoff, welcher zurück bleibt, iſt anfangs ſchwarzbraun, zieht ſich aber immer mehr ins Rothe und Gelbe, und je leichter er wird, deſto leichter löſet er ſich in Säuren und ſogar in geſäuertem Waſſer, in Alkalien und in Salzen auf, weshalb es äußerſt ſchwierig iſt, die Menge des Kohlenſtoffs in Kohlenſtoff haltendem Eiſen zu beſtimmen. Da ſich, wenn man ein ſolches Eiſen in Schwefelſäure oder in Salzſäure auflöſet, außer Waſſerſtoffgas auch Kohlen-Waſſerſtoffgas und Oehlerzeugendes Gas entbinden, ſo erhält man hierbey immer aus weißem Roheiſen ein kleineres Volumen Gas, als aus einer gleichen Menge graues Roheiſen oder Stabeiſen; und da jene beyden Säuren keinen Rückſtand an Kohle laſſen, ſo geben ſie weniger ſichere Anzeigen von Kohlenſtoff in einem Eiſen, als Salpeterſäure, welche dunkle Rückſtände läßt.

5. Der Gehalt des Stabeiſens, Stahls und des weißen Roheiſens an Kohlenſtoff läßt ſich nicht mit Genauigkeit beſtimmen, weil wir weder wiſſen, wie viel Sauerſtoff der oxydirte Kohlenſtoff enthält, noch wie viel ſich von demſelben in Säuren auflöſet. Nimmt man beym Auflöſen in den Säuren große Stücken Roheiſen, ſo unterbricht die dicke Rinde von oxydirtem Kohlenſtoff-Eiſen, womit ſich dies Kohlenſtoff-Eiſen bedeckt, endlich alles Einwirken der Säure auf das Eiſen. Dieſe Rinde fällt beym Trocknen zum Theil von ſelbſt ab. Sie iſt braun, hat ganz das Anſehen von Kohle, wird von dem Magnet ſtark angezogen.

6. Das weiße Roheiſen iſt leichtflüſſiger, aber auch dickflüſſiger als das graue Roheiſen, welches die äußerſte Strengflüſſigkeit beſitzt, aber ſehr dünne fließt, und lange flüſſig bleibt, wenn es völlig geſchmolzen worden. Das

Friſchen, d. h. der Uebergang zur Geſchmeidigkeit durch Entziehen des Kohlenſtoffs, läßt ſich daher beym erſtern leichter, als bey dem letztern erreichen, und man würde deshalb ſtets auf das Erzeugen von weißem Roheiſen hinarbeiten, wenn nicht andere Umſtände oft das Gegentheil erforderten. Nach den Erſcheinungen bey den Prozeſſen des Friſchens zu urtheilen, kommt es beym weißen Roheiſen blos darauf an, einen Theil des Kohlenſtoffs abzuſcheiden, durch den Sauerſtoff des Gebläſes, oder beym engliſchen Friſchprozeß durch das Waſſer und den Luftſtrom in den Flammofen. Das graue Roheiſen ſcheint man dagegen erſt durch eine vorangehende Oxydation zur Abſcheidung des Reißbleyes zwingen zu müſſen, welche man durch ſo genannte gaare Zuſchläge (Hammerſchlag oder gaare Eiſenſchlacke) bewirkt, wodurch ohne Zweifel der Kohlenſtoff im Reißbley zuerſt zerſetzet wird.

7. Weißes Roheiſen entſteht im Hohofen jedesmal, wenn die Hitze abnimmt, ſey es aus Mißverhältniß des Brennmaterials zur Beſchickung, oder aus andern Gründen. Der Grad der Hitze, in welcher es ſich bildet, ſcheint zur Erzeugung des Reißbleyes nicht hinreichend zu ſeyn. Es enthält zugleich immer viel mehr Kieſelmetall, und Thonerdemetall, ſo wie auch, wenn die Erze oder das Brennmaterial Schwefelſäure, oder Phosphorſäure enthalten, mehr Schwefel und Phosphor als das graue Roheiſen, das ſich erſt in einem ſehr viel größerm Hitzgrade bildet, in welchem ſich dieſe Metalle und der größte Theil des Schwefels und Phosphors zu verflüchtigen oder zu verſchlucken ſcheinen. Ohne Zweifel wird in dem Hohofen aus dem gehörig beſchickten anfänglich homogenen Erze, durch die Wirkung der Kohle auf den Sauerſtoff der Beſchickung, und durch theilweiſe Verbindung der Kohle mit den entoxydirten Metallen, zuerſt immer weißes Roheiſen gebildet. Bey zunehmender Hitze wird unmittelbar vor der Form dieſes Kohlenſtoff-Eiſen zerſetzt, und eine neue Verbindung veranlaßt, nämlich des Eiſens mit Reißbley, welche nicht mehr ſo viel Erdenmetalle, Schwe-

Digitized by Google

ſel und Phosphor als die vorige aufgelöſet halten kann, weshalb man auch ſtets auf Erzeugung grauen gaaren Roheiſens hält, wenn die Erze oder das Brennmaterial Unarten enthalten. Wie dieſe Umänderung des weißen in graues Roheiſen in der außerordentlichen Hitze durch das Sauerſtoffgas der Gebläſeluft bewirkt wird, läßt ſich bis jetzt nicht erklären. Daß indeß das graue Roheiſen immer weniger Kohlenſtoff als das weiße enthält, aus welchem es entſtanden iſt, beweiſen chemiſche Zerlegungen.

8. Durch die Erdenmetalle wird dieſe Umänderung im Hohofen zwar nicht verhindert, wohl aber ſehr erſchwert; und wenn ſie dem weißen Roheiſen in großer Menge beygemengt ſind, ſo können ſie dem entſtehenden grauen Roheiſen ein ſchuppiges Gefüge ſtatt des körnigen, und dadurch ein eigenes fremdartiges Anſehn geben, wobey es aber grau, weich und etwas dehnbar bleibt. Durch Umſchmelzen unter Zutritt von Sauerſtoffgas verliert ein ſolches Roheiſen viel von ſeiner grauen Farbe, weil ein Theil der Erdenmetalle ſich oxydirt, ausſcheidet und den Kohlenſtoff, womit ſie verbunden waren, dem Eiſen überläßt; doch iſt ein ſolches Ausſtoßen der Erdenmetalle aus dem Roheiſen eine ſeltene Erſcheinung, weil graues, mit Erdenmetallen überladenes Roheiſen nur ſelten vorkommt.

9. Weißes Roheiſen, welches 3 bis 4 Procent Kohlenſtoff enthält, iſt geneigt, eine kryſtalliniſche Geſtalt anzunehmen; die Kryſtallbildung wird durch einen Gehalt an Erdenmetallen ſehr befördert. Graues Roheiſen iſt einer kryſtalliniſchen Fügung nur in dem Falle fähig, wenn es viel Erdenmetall enthält und ſehr langſam ohne Zutritt von Sauerſtoffgas erkaltet.

10. Auch Schwefel und Phosphor verhindern zwar nicht die Umänderung des weißen Roheiſens in graues; erſchweren ſie aber ſehr und bey einem bedeutenden Gehalt der Beſchickung an Schwefel iſt es durchaus unmöglich, graues Roheiſen zu erzeugen. Das kräftigſte Mittel, dieſe Umänderung zu verhindern, iſt Mangan. Auch bey der ſtärkſten Hitze des Ofens und dem ſchwächſten Erſatze

läßt ſich aus ſehr Mangan haltenden Eiſenerzen kein graues Roheiſen erzeugen. Die Urſache iſt dieſelbe, wie beym Schwefel, und, in geringerm Grade, bey den Erdenmetallen. Es iſt nämlich keine Verbindung von Kohlenſtoff mit wenig Mangan vorhanden, welche der allgemeinen Verbindung des Kohlenſtoffs mit Eiſen und Mangan entgegenſtreben könnte. Dagegen ſind aus dieſem Grunde die Manganhaltenden Eiſenerze zur Stahlerzeugung vorzüglich geſchickt. Die Schwefelhaltenden würden es gleichfalls ſeyn, machte nicht der Schwefel das Eiſen rothbrüchig. Sehr Schwefel-haltende Eiſenerze ſind deshalb ganz unbrauchbar; ein ganz geringer Schwefelgehalt der Erze giebt dagegen ein derbes, feſtes, etwas hartes Stabeiſen. Ob das Mangan für ſich ſelbſt etwas zur größern Härte des Stahls beyträgt, iſt nicht entſchieden; die Hauptwirkung deſſelben bey der Stahlerzeugung beſteht aber in der Art, wie es die Verbindung des Kohlenſtoffs mit dem Eiſen bewirkt.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXI. S. 447. LII. S. 428. u. f.

Elaſticität (Zuſ. z S. 843. Th. I.). Von den neuern Phyſikern, welche der atomiſtiſchen Lehre zugethan ſind, hat vorzüglich Herr Biot theoretiſche Unterſuchungen über die Erſcheinungen der Elaſticität angeſtellet, welche verdienen, hier angeführt zu werden. Herr **Biot** *) nimmt nämlich an, daß jeder Körper aus einer Anhäufung von ungemein kleinen materiellen Theilchen beſtehe, welche von den beyden Kräften, der Anziehungskraft und der Zurückſtoßungskraft im Gleichgewichte erhalten werden. Ungeachtet dieſe Theilchen ſo klein ſind, daß man gänzlich außer Stande iſt, ihre Geſtalt zu beobachten, ſo habe man ſich doch davon überzeuget, daß, da ſie ſich in einiger Entfernung von einander befinden, ſie nach Verſchiedenheit der Seiten, welche ſie einander darbieten, verſchiedene Anziehungen auf einander äußern. Die Unter-

*) Traité de physique experimentale et mathematique par *Biot* à Paris 1816. IV. Tom. an. 8.

ſchiede werden vorzüglich dann bemerkbar, wenn die tropfbar flüſſigen Körper in den Zuſtand der feſten übergehen. Dieſe Wirkung ſieht man auch bey den Kryſtallen, bey welchen ſich die kleinſten Theilchen auf eine eigenthümliche Art ordnen und anlegen, die, wenn ihre Annäherung langſam und ohne Hinderniß erfolgen kann, für jede Subſtanz verſchieden iſt.

Da die anziehenden Kräfte, welche die chemiſche Verwandtſchaft bedingen, nur in ſehr kleinen Entfernungen bemerkbar ſind, ſo ſcheint daraus zu erhellen, daß überhaupt die verſchiedenen Zuſtände der Körper nur Uebergänge ſind, die durch das Verhältniß der Zurückſtoßungskraft, welche die Theilchen von einander zu entfernen ſtrebet, zu dem der Verwandtſchaft, welche ſie bindet, beſtimmt werden.

Befinden ſich die Theilchen der Körper in ſolchen Entfernungen, daß die wechſelſeitige Anziehung derſelben unmerklich iſt, ſo wirkt die Zurückſtoßungskraft allein, ohne daß ihr etwas entgegenſtehet. Dann ſtreben die Theilchen einander zu fliehen. Sie fliehen ſich auch wirklich, wenn ſie von äußern Hinderniſſen nicht zurückgehalten werden. Wenn aber dergleichen Schranken ſie zurückhalten, ſo ſtreben ſie dieſelben von ſich zu drängen. Dies iſt der Fall mit luftförmigen Körpern. Dieſen legt alſo Herr Biot, und mit ihm mehrere andere Phyſiker, Ausdehnſamkeit oder **Zurückſtoßungskraft**, nicht aber **Elaſticität** bey.

Gedenkt man ſich aber die Theilchen einander bis auf ungleich geringere Entfernungen genähert, auf Entfernungen, in welchen die Verwandtſchaft, die ſie einander zu nähern ſtrebt, mit der Zurückſtoßungskraft, die ſie entfernt, im Gleichgewichte ſey, ſo bringt dies einen andern Zuſtand der Körper hervor. Dieſer Zuſtand kann von der Art ſeyn, daß die Verwandtſchaft der Theilchen ſich äußert, ohne daß die Modifikationen, die von der Geſtalt der Theilchen abhangen, bemerkbar ſeyen. In dieſem Falle werden ſich die kleinſten Theilchen auf gleiche

Digitized by Google

Art anziehen, welches auch immer die Lage derſelben um ihren Schwerpunkt ſeyn mag. Die bleibenden Kennzeichen dieſes Zuſtandes müſſen demnach eine vollkommene Verſchiebbarkeit der Theilchen ſeyn, die aus ihrer ſtets gleichen Anziehung hervorgehet, und eine bedeutende Kraft, mit der ſie dem Zuſammendrucken widerſtehet, erzeugt durch die Wirkſamkeit der Zurückſtoßungskraft, welche weit bedeutender als bey den Gasarten geworden iſt; dieſes iſt der Zuſtand der tropfbar flüſſigen Körper.

Denkt man ſich endlich die kleinſten Theilchen der Körper noch mehr genähert, ſo wird nicht allein die Hauptkraft der Verwandtſchaft, ſondern es werden auch die Modifikationen dieſer Kraft, die von der Geſtalt derſelben abhangen, bemerkbar werden können. Werden nun die Theilchen nach und nach bis auf dieſe Entfernungen genähert, ſo daß ſie die Freyheit ſich zu bewegen beybehalten, ſo werden ſie ſich wenden und ſo ordnen, daß ſie ſich berühren, oder vielmehr, daß ſie ſich einander mit den Seiten nähern, die einander am ſtärkſten anziehen, wenigſtens in dem Falle, wenn ſie dergleichen Seiten haben, und vermöge dieſer regelmäßigen und allgemeinen Anordnung werden ſie einen regelmäßigen, kryſtalliſirten Körper bilden.

Dieſe Lagen, in welchen ein Gleichgewicht der Kräfte erfolget, werden jedoch nicht die einzigen ſeyn, durch welche der Zuſtand der Feſtigkeit hervorgebracht wird. Verhindern fremdartige Umſtände, wie z. B. die Bewegung der Theilchen, oder ein raſches Erkalten, eine ſolche Anordnung derſelben, welche begünſtigt, daß ihre Anziehung ein Größtes ſey, ſo müſſen ſie ſich einander von andern Seiten nähern, ſich einander in andern Lagen darbieten, in welchen der Einfluß ihrer Geſtalt noch bemerkbar ſeyn könnte, unerachtet verſchieden von dem, was bey einer ungehinderten, freyen Anordnung ſtatt finde; dies wird der Zuſtand der feſten, nicht kryſtalliſirten Körper ſeyn.

In Folge dieſer Anordnung wird eben daraus, daß die Anordnung der Theilchen, die ein ſolches Gleichgewicht

Digitized by Google

hervorbringen kann, nicht einzig iſt, folgen, daß wenn der feſte Körper mechaniſchen Kräften ausgeſetzt iſt, wie z. B. einem Druck, heftigen Stößen u. ſ. man wenigſtens die Theilchen in einigen Fällen zwingen könne, ſich einander an verſchiedenen Seiten darzubieten, ohne daß dadurch der Zuſtand der Feſtigkeit aufgehoben wird. Man kann ſogar dieſe äußern Urſachen ſich ſo unregelmäßig gedenken, daß ſie auf die verſchiedenen Theilchen deſſelben Körpers verſchieden wirken, daß ſie dieſelben nach verſchiedenen Richtungen drehen, endlich ſogar einige derſelben von einander trennen, ohne merklich die andern von ihrer Stelle zu rücken. Dies iſt der Fall bey feſten Körpern, welche man ſchlägt, mit einem Hammer zerſtückt, oder in einem Mörſer zerſtößt. Werden jedoch die Kräfte, die auf dieſe Art wirken, mit Vorſicht angebracht, und erlaubt die Beſchaffenheit des Stoßes, den Theilchen verſchiedene Zuſtände des Gleichgewichtes, welche feſte Körper zulaſſen, anzunehmen, ſo wird der Körper auf dieſe Art neue Eigenſchaften und Geſtalten zu erlangen vermögen, er wird ſich zu Blättern ſtrecken, zu Draht ziehen, zu Gefäßen runden laſſen. Dies iſt der Fall bey gewiſſen Metallen, die ſich auf Streckwerken ſtrecken, in Drahtzügen verlängern und unter dem Hammer treiben oder härten laſſen.

Es iſt klar, daß in dieſen verſchiedenen Fällen nothwendig eine gewiſſe Kraft erfordert werde, um die Theilchen zu nöthigen, ihre Lage, in der das Gleichgewicht Statt fand, zu verändern. Verſuche zeigen, daß dieſe Kraft, wenn ſie bemerkbare und dauernde Wirkung hervorbringen ſoll, für jeden beſondern Stoff und jeden Zuſtand deſſelben eine gewiſſe Grenze überſchreiten müſſe, ſo daß, wofern dieſe Kraft geringer als die Grenze iſt, das Theilchen, auf welches ſie wirkt, ſeine Lage, in der das Gleichgewicht Statt findet, nicht verändert.

So lange dieſe Kraft auf ſie wirkt, entfernt es ſich nur wenig aus ſeiner Lage; ſo wie es aber ſich ſelbſt überlaſſen iſt, kehrt es wieder in ſeinen erſten Zuſtand des

Gleichgewichts und ſeiner urſprünglichen Lage, durch eine Reihe von Schwingungen, zurück. Dieſe Eigenſchaft macht das aus, was man die Elaſticität der Körper nennt. Nach Herrn Biot iſt alſo Elaſticität ein Beſtreben der kleinſten Theilchen eines Körpers, welche durch eine äußere auf ſie wirkende Kraft aus ihrer urſprünglichen Lage gebracht, ohne ſich jedoch zu trennen, nach Nachlaſſung dieſer Kraft ſich wieder in die urſprüngliche Lage zurück zu begeben, und findet blos bey feſten Körpern ſtatt. Eine ſolche Elaſticität würde in einem Körper vollkommen ſeyn, wenn ſeine Theilchen, was für eine wirkende Kraft ſie aus ihrer Lage brächte, der Verrückung ſo widerſtänden, daß ſie ſtets in ihre erſte Lage des Gleichgewichtes, aus welcher ſie für einen Augenblick gebracht worden, zurückkehrten. Dies iſt der Fall bey einer Glasplatte, die, nachdem ſie gebogen worden, wieder völlig in ihre vorige Lage zurückkehret, es ſey denn, daß ſie ſo ſtark gekrümmt worden, daß ſie bricht. Wird ſie nicht bis zu dieſem Grade gebogen, ſo verändern die Theilchen, aus welchen ſie beſteht, nicht ihre Punkte des Zuſammenhanges und die Elaſticität iſt vollkommen. Sie würde unvollkommen ſeyn, wenn die Theilchen in derſelben Zeit, in der ſie ſchwingen, durch ihre Schwingungen nicht genau in dieſelbe Lage des Gleichgewichtes, die ſie vorher annahmen, zurückgeführet werden. Dies iſt der Fall eines Eiſenbleches, das, nachdem es gebogen worden, nicht genau in ſeine vorige Geſtalt zurückkehret. Die Elaſticität wird Null oder unmerklich, wenn die kleinſten Theilchen durch die geringſte Kraft aus der Stelle geruckt kein Beſtreben zeigen, in ihre vorige Lage zurückzukehren. Dies ereignet ſich bey einer dünnen Bleyplatte, welche gebogen wird.

In allen dieſen Fällen muß man aber die Elaſticität von der Cohäſion unterſcheiden; denn dieſe iſt unbedingt die Kraft, mit welcher die Theilchen der Körper an einander haften, während die Elaſticität in dem Beſtreben beſtehet, die ſie in gewiſſen Fällen äußern, in ihre ur-

ſprüngliche Lage zurückzukehren, wenn ein äußerer und vorübergehender Antrieb ſie für einen Augenblick um eine ungemein kleine Größe aus ihrer Lage gebracht hat, die geringer iſt, als die Entfernung, in welcher ihre Geſtalt auf die Art oder Intenſität ihrer Zuſammenhäuſung einen verſchiedenen Einfluß haben würde.

Alle dieſe Betrachtungen beſtätiget die Erfahrung, wenn metallene Drähte durch Gewichte ausgedehnt werden, und man ſie dann zu ihrem urſprünglichen Raumumfange zurückkehren läßt, oder ſie in eine gewiſſe Anzahl von Malen zuſammendrehet, und ſie dann ſich frey zurückkehren läßt. Denn dieſe Zurückkehrungen zu dem urſprünglichen Zuſtande erfolgen ſtets durch eine Reihe von Schwingungen von gleicher Dauer, und die Kraft welche die Körpertheile zurückführet, ſteht ſtets mit der Abweichung von jedem Zuſtande, der hervorgebracht wurde, im Verhältniſſe.

Die Elaſticität findet nicht allein bey den Metallen, ſondern bey allen Naturkörpern ſtatt, wenn ſie in ſehr feine Faſern getheilet werden. Da mehrere phyſiſche Eigenſchaften der Körper, wie die Elaſticität, die Härte u. ſ. w. durch das Hämmern, durch das Anlaſſen und Härten Aenderungen erleiden; ſo iſt es der Mühe werth zu unterſuchen, woher dieſer Erfolg kömmt. Es ſcheint, daß das Hämmern, indem es die Theilchen gewaltſam einander nähert, dem Metall einen Zuwachs von Dichte ertheilet, und daß er ihm durchs Anlaſſen entzogen werde.

Um das Härten zu erklären, muß man von einer Thatſache ausgehen; daß nämlich der Stahl nach der Härtung ein anderes Volumen bekommt, als er vor derſelben hatte. Herr Fortin hat gefunden, daß der Raumumfang des Stahls durchs Härten um ein Beträchtliches zunehme, daß aber doch die Größe dieſer Ausdehnung bey verſchiedenen gehärteten Stücken verſchieden ſey, ob ſie gleich von einerley Stahl ſind, und einerley Temperatur ausgeſetzet werden.

Hiernach ſcheinet es, daß in dem Augenblicke, da der ſtark erhitzte Stahl ſchnell in eine ſehr niedrige Temperatur verſetzet wird, das Erkalten, welches die äußern Schichten der Maſſe weit früher trifft, als die mehr nach der Mitte liegenden, erſtere zwingt, ſich gleichſam nach dieſer erwärmten und ausgedehnten Mitte zu formen; dies nöthiget ſie, größere Dimenſionen anzunehmen, als es der Fall geweſen ſeyn würde, wenn ſie nach und nach ſich ſelbſt überlaſſen worden wären. Bald erkälten die näher nach der Mitte zu liegenden ähnlichen ebenfalls; allein die äußern Schichten, die bereits zu einem Beharrungsſtande gekommen ſind, halten ſie durch ihre Anziehung zurück, beſtimmen den Raumumfang, den ſie annehmen müſſen, und verhindern auf dieſe Art, daß ſie ſich einander ſo ſehr nähern können, als es würde geſchehen ſeyn, wenn ſie nach und nach erkältet wären. Es iſt alſo hiernach der Zuſtand des Härtens beym Stahle ein gezwungener Zuſtand, indem die Theilchen dadurch eine ganz andere Lage erhalten, als ſie im natürlichen Zuſtande beſitzen. Warum bringt aber die Schnelligkeit des Abkühlens keine merkliche Veränderung beym Golde, Zinn, Kupfer und andern einfachen Metallen hervor? Ja bey den Metallgemiſchen erzeuget dieſelbe Urſache ganz entgegengeſetzte Erfolge, wie Herr Darcet es beobachtet, und Herr Biot es beſtätiget hat. Es beſteht nämlich dieſes Metallgemiſch aus 78 Kupfer und 22 Zinn; wird daſſelbe, nachdem es bis zum Rothglühen erhitzt worden, in der Luft langſam erkaltet, ſo wird es ſpröde, und läßt ſich nicht hämmern; wenn es aber plötzlich in kaltes Waſſer gebracht wird, ſo wird es biegſam und hämmerbar. Im erſtern Falle hat es ein glänzend weißes Korn, wie Zinn; im zweyten iſt es gelb wie die Farbe des Kupfers. Es iſt zu vermuthen, daß dieſe Erſcheinungen eine Veränderung der chemiſchen Verbindung unter den Theilchen von verſchiedener Natur, aus welchen die Metallgemiſche beſtehen, hervorbringen. Ueberhaupt laſſen ſich dieſe Ereigniſſe nach Biot insgeſammt blos durch Erfahrung ausmachen; weil die Kräfte der kleinſten Theilchen, welche

in dieſen verſchiedenen Umſtänden gegen einander wirken, zu mannigfaltig und zu zahlreich wären, als daß man vorher aus ihrer Annahme ein ſicheres Reſultat ſchließen könne.

Dieſe neuere atomiſtiſch-dynamiſche Anſicht, die mancherley Zuſtände der Körper, und beſonders auch die Elaſticität derſelben, durch die Geſtalten der kleinſten Theilchen und der verſchiedenen Einwirkung der ihnen weſentlich zukommenden Kräfte der Anziehung und Abſtoßung zu erklären, hat vor der ältern Atomiſtik ohne Zweifel das voraus, daß ſie alle benannte Erſcheinungen nicht mehr von einer äußern Urſache, ſondern vielmehr von einer in den Körpern ſelbſt liegenden ableitet, welches nicht nur natürlicher, ſondern auch erfahrungsmäßiger iſt. Allein die dabey zum Grunde liegende Vorausſetzung der mancherley verſchiedenartigen Geſtalten der kleinſten Theilchen giebt nach meinem Dafürhalten der Einbildungskraft einen zu weiten Spielraum, ſie nach Willkühr ſo mit einander verbinden zu laſſen, wie man es zur vermeintlichen Erklärung gern haben will. Allein dies iſt keine wahre und naturgemäße Erklärung. Daher ſind auch ſelbſt die neuern Atomiſtiker über die Entſtehung der Elaſticität nicht übereinſtimmig. Einige nehmen mit Herrn Biot die beyden Kräfte, Zurückſtoßung und Anziehung der kleinſten körperlichen Theile an, andere hingegen nur eine einzige, nämlich die Anziehung, und ſuchen mit den verſchiedenen Geſtalten der kleinſten Theilchen die Elaſticität zu erklären. Wäre irgend eine Erklärung der Elaſticität der Körper nach dieſer atomiſtiſchen Art in der Natur gegründet, ſo müſſe es doch gewiß unabläſſige Bedingung ſeyn, daß jeder von der Wahrheit derſelben überzeuget wäre, welches aber der Fall nicht iſt. Uebrigens halte ich es nicht für rathſam, von dem einmal allgemein angenommenen Begriff der Elaſticität abzugehen, und ſie blos als eine Eigenſchaft der feſten Körper zu betrachten, hingegen den luftförmigen Stoffen blos Ausdehnſamkeit, als eine von der Elaſticität verſchiedene Eigenſchaft, beyzulegen.

Digitized by Google

Nach der dynamiſchen Lehrart iſt gar keine Materie ohne anziehende und zurückſtoßende Kraft möglich, und eben dieſe zurückſtoßende Kraft wird Elaſticität genannt. Von dieſer urſprünglichen Elaſticität muß aber die Elaſticität (Federkraft) der feſten Körper, deren Theile ſchon gewiſſe Formen oder Geſtalten vorausſetzen, welche als Wirkungen der im Conflikt ſich befindenden Grundkräfte zu betrachten ſind, unterſchieden werden; letztere iſt offenbar nicht urſprünglich, ſondern abgeleitet und kann aus der Möglichkeit der Materie überhaupt nicht eingeſehen, ſondern muß blos phyſiſch, d. h. in der Erfahrung erkannt werden.

Elektricität (Zuſ. z. S. 870. Th. I.). Da man ſo leicht nicht im Voraus beſtimmen kann, was für eine Elektricität in dem Körper entſtehe, welcher gerieben wird, ſo hat man ſchon in der ältern Zeit durch Verſuche eine allgemeine Regel aufzufinden geſucht. Neuere Verſuche haben gelehret, daß auf die Entſtehung der Natur der Elektricität mehrere Umſtände, beſonders die Wärme, Kälte, der äußere Druck der Atmoſphäre, die Feuchtigkeit und der mechaniſche Druck, Einfluß haben, und daß ſchwerlich eine allgemeine Regel aus den Verſuchen ſich folgern laſſe, was für eine Art von Elektricität durchs Reiben der Körper an einander entſtehen müſſe.

Coulomb's Verſuchen zu Folge (aus deſſen handſchriftlichem Nachlaß von Biot *) mitgetheilet) ſoll erwärmtes Papier — E mit Wollenzeug und unpolirtem Metall (ſelten + E) geben; desgleichen mit neuem weißen ſeidenen Zeuge (ſelten + E), mit ſchwarzem ſeidenen Zeuge ſtets + E. Sind die Zeuge nicht mehr neu, ſo giebt es damit, ſo lange es warm iſt, — E, wird dann bald o und erhält darauf + E; ferner
weiße Seide, erwärmt, mit polirten Metallen ſtets — E
erkaltet, zuweilen ſchwach + E

*) Traité de physique experimentale et mathematique. To. I – IV. Par. 1816. 8. überſetzt von Fr. Wolf. Berlin, 1819. B. II. S. 354.

Seidenes Zeug, in der Luft heftig geſchwungen, erhält — E,
Wollenes Zeug, kalt, am polirten Metall + E
— — kalt, am unpolirten Metall — E
— — erwärmt, am polirten wie am unpolirten Metall ſtets — E.

Ueberhaupt folgerte Herr Coulomb aus ſeinen Verſuchen, daß diejenigen Subſtanzen, welche ſich beym Aneinanderreiben am meiſten ausdehnen, — E, jene hingegen, welche ſich dabey am wenigſten ausdehnen, + E erhalten.

Bey den Gasarten und unmetalliſchen Tropfbaren ſcheint nicht allein der Leitungsunterſchied das Bedingende für die Anhäufung der einen oder der andern Elektricität zu enthalten, ſondern auch das in dem einen oder dem andern der Berührenden vorhandene Maaß der Brennbarkeit oder Verbranntheit, das auch bey den Metallen, und wahrſcheinlich auch bey den Bildungstheilen der Organismen entſcheidet, wiewohl durch Zu- oder Abnahmen der Cohärenz die Art der erregten Elektricität verſchiedener Abänderungen fähig iſt.

Nach Herrn Willſon's Verſuchen erhält von gegen einander geriebenen Iſolatoren der härteſte ſtets + E, der minder harte hingegen — E, und nach Herrn Ritter *) erhält unter zwey ſich berührenden Leitern der brennbarere ſtets + E, der minder brennbare hingegen — E.

Nach Herrn Ritter iſt die elektriſche Spannung zweyer Körper, d. h. die gegenſeitige Anhäufung des + E an dem einen, und des — E an dem andern der ſich berührenden Körper, ſo wohl der Iſolatoren als der Leiter, a und z, gleich der Summe aus den Spannungen von ab, bc, cd, de, u. ſ. f. bis und mit yz, und werden einzelne Glieder aus der Spannungsreihe der Leiter mit einzelnen Gliedern aus der Spannungsreihe der Iſolatoren zuſammengebracht, ſo verhalten ſie ſich wie Glieder der letztern Reihe, und umgekehrt. Beyde

*) Elektriſch. Syſtem der Körper. Leipzig. 1805. 8. S. 124 f.

Iſolatoren und Leiter bilden nach Ritter eine Spannungs- oder Elektricitäts-Erregungsreihe.

Sind zwey Körper einander vollkommen gleich, ſo iſt deren elektriſche Spannung bey ihrer Gegeneinanderbewegung nur ſehr geringe, und war dabey der eine ruhend, während der andere ſtoßend oder drückend gegenbewegt wird, ſo erhält der bewegliche + E, der zu bewegende — E; wären beyde nur in Hinſicht ihrer Erwärmung verſchieden, ſo erhält der heißere — E, der kältere + E (vorzüglich wenn ſich der wärmere der Schmelzung nähert), jedoch ſcheint dies letztere Geſetz auch umgekehrt bey einigen Metallen zu gelten, z. B. wenn heißer Zink und kalter Zink ſich berühren, ſo hat (bis zur Ausgleichung der Temperaturen zur mittleren) der heiße als ſolcher verbrennlichere + E, der kalte hingegen — E.

(Zuſ. zu S. 873. Th. I.). Herr Hauy *) hatte bemerket, daß die verſchiedenen Arten, nach welchen ſich in den Körpern Elektricität erregen läßt, uns auffallende Merkmahle an die Hand geben, welche zur Unterſcheidung der Mineralien brauchbar ſind.

Die merkwürdigſte iſt die Elektricitätserregung durch Erwärmung. Es ſind 6 Arten von Mineralien bekannt, in welchen auf dieſe Art Elektricität erreget wird.

Die andere Art, die Elektricität zu erregen, iſt bey idio-elektriſchen Körpern das Reiben. Die erdigen Subſtanzen und ſalzigen nehmen dabey in der Regel die Glaselektricität, die brennbaren nicht metalliſchen Körper die Harzelektricität an. Von letztern iſt der Diamant ausgenommen, welcher die Glaselektricität beſitzet.

Die unelektriſchen Körper laſſen ſich nur durch Mittheilung elektriſiren; und die Eigenſchaft, auf dieſe Art elektriſch zu werden, haben die reguliniſchen Metalle im ausgezeichnetſten Grade. Das iſt z. B. der Fall mit

*) Annales du Museum d'histoir. natur. N. 17. Tom. III. p. 309.

Digitized by Google

dem dem Jaspis beygemiſchten Eiſen, deſſen Gegenwart ſich durch die Funken verräth, welche der auf einem elektriſirten Körper liegende Jaspis giebt, wenn man ihm den Finger nähert.

Herr Hauy kam auf den Gedanken, noch auf eine andere Art in den metalliſchen Subſtanzen Elektricität zu erregen, nämlich ſie iſolirt auf einem idio-elektriſchen Körper zu reiben. Dieſer Körper und das Metall nehmen dann entgegengeſetzte Elektricitäten an, und das Metall behält ſie, wenigſtens eine kurze Zeit über bey. Reibt man ſo z. B. ein iſolirtes Stück Zinn auf einem Seidenbande, ſo nimmt das Zinn die Harzelektricität, das ſeidene Band die Glaselektricität an, indes letzteres mit der Hand gerieben die Harzelektricität erhalten haben würde. Verſchiedene Metalle geben auf dieſe Art behandelt verſchiedene Arten von Elektricität; daher ſchien ihm dieſes ein unterſcheidendes Merkmahl mehr zu geben, welches die Mineralogie aus der Phyſik zu entlehnen habe.

Um ein Metall auf dieſe Art zu verſuchen, klebte er ein Sückchen deſſelben, das er zuvor, wenn es nöthig war, eben feilte, mit Wachs an das Ende einer Stange Siegellack feſt, führte es iſolirt 5 oder 6 Mal auf einem Stücke Tuch hin und her, und berührte dann damit den Knopf eines Volta'ſchen Condenſators. Dieſe Operation wiederholte er mehrmals. Beym Abheben des Condenſatordeckels divergirte dann das Strohhalmelektrometer mit der dem Condenſator mitgetheilten Elektricität, welche er auf die gewöhnliche Art beſtimmte.

Folgendes ſind die Reſultate ſeiner bisherigen Verſuche dieſer Art mit Minern und Metallen, wobey er auch diejenigen Metalle mit genommen hatte, die bis jetzt noch nicht gediegen in der Natur vorkommen und die nur Hüttenprodukte ſind. Die, welche durch Reiben in vorzüglichem Grade elektriſch werden, hatte er beſonders bezeichnet.

Digitized by Google

Die Glaselektricität nehmen an:

Zink, ſtark
Silber,
Wismuth, ſtark
Kupfer
Bley
Eiſenglanz.

Die Harzelektricität nehmen an:

Platin
Gold
Zinn
Antimonium
Kupferfahlerz, ſtark
Kupferglaserz, ſtark
Kupferkies, ſtark
Bleyglanz,
Tellurium von Nayac, ſtark
Antimonium-Silber
Glaserz, ſtark
Nickel,
Glanzkobalt
Grauer Speiskobalt
Graues Antimoniumerz
Schwefelkies,
Magnetiſcher Eiſenſtein.

Bey dieſen Verſuchen hat ſich Herr Hauy der natürlichen, gediegenen Metalle bedienet, und nur dann ein Hüttenmetall genommen, wenn das Metall ſelbſt in der Natur nicht gediegen vorkömmt. Ferner hat er alle dieſe Verſuche ſehr oft wiederholet, und faſt immer mit einerley Reſultaten; der magnetiſche Eiſenſtein und der Eiſenglanz waren beynahe die einzigen, bey welchen ſich Anomalien zeigten, indem ſie nach Verſchiedenheit der Umſtände bald dieſe, bald jene Elektricität äußerten. Auch zeigte der Stahl, der gewöhnlich Glaselektricität annimmt, ähnliche Anomalien, welche vielleicht von ſeinem

verſchiedenen Gehalte an Kohlenſtoff oder von dem Grade ſeiner Härte abhangen.

Aus der angeführten Tabelle erhellet übrigens, daß in mehreren Fällen zwey in ihrem Aeußern ganz ähnliche metalliſche Subſtanzen ſich durch den entgegengeſetzten Erfolg beym Elektriſiren von einander unterſcheiden laſſen. So z. B. Platin und Silber, Silber und Antimonium-Silber, gediegenes Kupfer und Kupferkies, Eiſenglanz und Fahlerz u. ſ. f. Auch kann bey einigen metalliſchen Subſtanzen die Stärke der Elektricität, die ſie bey dieſem Verfahren annehmen, als Kennzeichen dienen; ſo z. B. beym Kupferglaserz und Kupferfahlerz. Dieſe brauchen nur 8 oder 10 Mal über das Tuch hin und her geführet zu werden, um den Condenſator oft bis zum Umſchlagen der Strohhalme beym Aufheben des Deckels zu laden.

Herr W. Wilſon *), welcher häufig mehrere Stunden lang über Feuer gedörrtes Holz bearbeitete, bemerkte ſehr oft, daß die Späne an den eiſernen Inſtrumenten und an andern Körpern hangen blieben. Durch dieſe Bemerkung wurde er veranlaßt, mehrere Verſuche mit Holzſpänchen, die er entweder durchs Schaben oder durchs Schneiden mit dem Meſſer erhielt, anzuſtellen. Er legte nämlich auf die Deckplatte eines Bennet'ſchen Elektrometers eine Zinnſcheibe von 6 Zoll Durchmeſſer, und ließ nun einige Spänchen auf ſelbige fallen, wo alsdann die Goldblättchen ſogleich zu divergiren anfiengen, und die Art der Elektricität zeigten. Dieſe ſeine Verſuche gaben ihm folgende Reſultate:

1. Wenn ſehr trockenes Holz mit Fenſterglas geſchabet wird, ſind die Holzſpäne immer poſitiv-elektriſch.

2. Wird es mit einem Meſſer geſchabt, das nicht ſehr ſcharf iſt, ſo gibt es, wenn es ſehr heiß iſt, poſitiv-, iſt es aber durchaus kalt, negativ-elektriſche Späne.

---

*) *Nicholson's* Journal Vol. IV. p. 49. Annales de Chimie. Tom. I. p. 27. 199.

3. Iſt dagegen die Schneide des Meſſers außerordentlich ſcharf, ſo ſind die Späne immer negativ-elektriſch, das Holz mag heiß oder kalt ſeyn.

Die meiſten Verſuche wurden mit der iſolirten Federmeſſerklinge angeſtellt; ſie hatte jedesmal die entgegengeſetzte Elektricität der Späne. Die Oberfläche des Holzes, da, wo der Span abgeſchnitten war, zeigte ſich nur ſehr ſelten, und auch dann immer nur ſehr ſchwach elektriſirt, und in dieſen Fällen war die Elektricität derſelben mit der ſchwächſten der beyden gleichartig.

Noch hatte er wiederholt gefunden, daß, wenn ein Stück trockenen und warmen Holzes plötzlich von einander geſpalten wird, die beiden von einander geſonderten Flächen elektriſirt ſind, und zwar die eine poſitiv und die andere negativ.

(Zuſ. zu S. 872. Th. I.) Herr Nicholſon *[α]*) bemerket, daß faſt bey jedem Verſuche, in welchem das elektriſche Licht erſcheinet, die beiden Elektricitäten ſich auffallend verſchieden zeigen. Papier iſt zum Beobachten des ſichtbaren Ueberganges der Elektricität ſehr geeignet. Läßt man einen ſtarken elektriſchen Strom auf ein ebenes iſolirtes Blatt Papier fallen, ſo bildet er darauf einen ſchönen Stern von ohngefehr 4 Zoll Durchmeſſer, der aus ſehr deutlichen Zweigen beſteht, die ſich nicht weiter veräſteln. Die negative Elektricität wirft unter völlig gleichen Umſtänden mehrere zugeſpitzte Büſchel auf das Papier, bildet aber keinen Stern auf der Papierfläche. Zu dieſem Verſuche diente ihm ein Cylinder von 7 Zoll Durchmeſſer.

Es dürfte alſo hiernach eine hohle Kugel aus Papier, oder eine mit Papier überklebte Glaskugel eine ergötzende Beyfügung zu dem elektriſchen Apparate für Verſuche im Dunkeln ſeyn.

Auch nahm Herr Cuthbertſon [β]) eine noch unbemerkte Verſchiedenheit in den Wirkungen der beyden

[α]) *Nicholson's* Journal Vol. II. p. 438.
[β]) Ebendaſ. Vol. III. p. 188.

Elektricitäten wahr. Man iſolire nämlich zwey Drähte, welche ſich mit Metallkugeln von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer endigen, verbinde den einen mit dem poſitiven, den andern mit dem negativen Conduktor einer Elektriſirmaſchine, entferne beyde Kugeln etwa 4 Zoll von einander und ſetze zwiſchen ſie ein brennendes Licht, ſo daß der Mittelpunkt der Flamme ſich ungefehr in der Mitte zwiſchen den Mittelpunkten beyder Kugeln befinde. Dreht man nun die Maſchine, ſo fängt die Flamme an, ſehr ſtark zu flackern; dabey ſcheint ſie ſich mehr nach der negativen Kugel hinzuneigen; doch iſt dies ſehr zweydeutig. Fährt man mit drehen fort, ſo fängt (bey einer Scheibe von 2 Fuß Durchmeſſer, etwa nach 50 Umdrehungen) die negative Kugel an, warm zu werden, indeß die poſitive kalt bleibt. Nach 200 Umdrehungen iſt die negative Kugel ſo heiß, daß man ſie nicht mehr anfaſſen kann, und die poſitive noch immer eben ſo kalt als zu Anfange.

Herr Cuthbertſon betrachtete dieſe Thatſache als ein Zeichen, daß das elektriſche Fluidum ſich von den poſitiven zu den negativen Flächen hin bewege.

Sir Humph. Davy α) ſucht dieſe Erſcheinung aus der Unipolarität der Flamme zu erklären (m. ſ. Leiter, galvaniſche), vermöge welcher ſie poſitiv-elektriſch, und daher nach der negativen Oberfläche hingezogen werde.

W. Th. Brande β) kam aber auf den Gedanken, daß dieſe Erſcheinung noch eine andere Erklärung zulaſſe, und glaubte, daß ſie wohl auf der chemiſchen Natur der angewendeten Körper beruhen könnte. Er wiederholte daher den Verſuch, und fand, daß, wenn die Wirkung der Elektriſirmaſchine nur ſchwach war, die negative Oberfläche nicht nur nicht ſchneller heiß wurde als die poſitive, ſondern auch die Flamme und den Rauch ſichtbar anzog. Als er aber das Licht fortnahm, und an die Stelle deſſelben brennenden Phosphor brachte, gab die Flamme

α) Elements of chem. Philos. Vol. I. p. 177.

β) Philosoph. Transact. of the Roy. societ. of London for 1814. P. I.

Digitized by Google

deſſelben die umgekehrten Erſcheinungen; die poſitive Oberfläche wurde beträchtlich heißer, als die negative, und die Flamme und der Rauch des Phosphors kräftig nach ihr hingezogen. Er ſchloß hieraus, die Lichtflamme werde, weil ſie Kohlenſtoff und Waſſerſtoff in Menge enthalte, von dem negativen Pol angezogen, die Flamme und der Rauch des Phosphors dagegen von dem poſitiven Pole, weil beym Verbrennen des Phosphors Säure entſtehe; und ſo würden dieſe Erſcheinungen unmittelbare Folgen der bekannten Geſetze der elektriſch-chemiſchen Anziehungen ſeyn.

Um die Richtigkeit dieſer Idee darzuthun, entſchloß er ſich, mehrere Verſuche anzuſtellen. Hiezu gebrauchte er ein kleines Tiſchchen, auf welches der brennende Körper geſetzt wurde, und zu deſſen entgegengeſetzten Seiten, auf iſolirenden Säulen, die einander genähert oder von einander entfernt werden konnten, ſich zwey hohle Kugeln aus dünnem Meſſingblech befanden, von denen jede die Kugel eines mit ſeiner ganzen Skale über ihr herausragenden Thermometers in ſich ſchloß. Die innere Seite des Meſſingblechs und die äußere der Thermometerkugeln waren mit Lampenruß matt ſchwarz gemacht, um das Aus- und das Einſtrömen der Wärme zu erleichtern. Die eine Kugel wurde mit dem poſitiven, und die andere mit dem negativen Leiter einer kleinen Nairn'ſchen Elektriſirmaſchine von doppelter Wirkung in leitende Verbindung geſetzt, ſo daß der ganze Apparat vollkommen iſolirt war.

Zuerſt leitete er zwiſchen die beyden Kugeln einen kleinen Strom öhlerzeugendes Gas und ſteckte ihn an; die Flamme wurde offenbar nach der negativen Kugel hingezogen. Sie blieb eine Minute lang brennen; beyde Thermometer hatten vorher auf 60° F. geſtanden; am Ende des Verſuchs aber ſtand das in der poſitiven Kugel auf 62° und das in der negativen Kugel auf 72° Fahr.

Der Verſuch wurde mit Schwefel-Waſſerſtoffgas, mit Phosphor-Waſſerſtoffgas und mit Arſenik-Waſſerſtoffgas wiederholt. Die Flamme des erſtern wurde von der ne-

gativen Kugel nur wenig angezogen, der ſchwefelſaure Dunſt aber zog ſich nach der poſitiven Kugel hinüber, und es ſtieg während einer Minute das Thermometer in der poſitiven Kugel um 3° und das in der negativen Kugel um 6° Fahr. Eine ſehr kleine von dem andern Gas neigte ſich ein wenig nach der poſitiveh Kugel hin, und ſie machte in einer Minute das poſitive Thermometer um 5° und das negative um 3° ſteigen. Eine größere Flamme ſchien nach beyden Kugeln gleichmäßig hingezogen zu werden, der ſaure Rauch zog aber immer nach der poſitiven Kugel. Die Flamme des letztern Gas endlich wurde von der negativen Kugel angezogen, der Rauch vom weißen Arſenik aber, der während des Verbrennens entſtand, wurde ein wenig nach der poſitiven Kugel gezogen.

Die Flamme des Waſſerſtoffgas ſchien ſchwach nach der negativen Kugel hingezogen zu werden; die Thermometer in beyden Kugeln ſtiegen aber beynahe um gleich viel. In einem mit vorzüglicher Sorgfalt angeſtellten Verſuche ſtanden die beyden Thermometer anfangs auf 56°, und nachdem das Gas zwey Minuten lang gebrannt hatte, ſtieg das in der negativen Kugel auf 62° und das in der poſitiven auf 61°. Und als bey einem andern Verſuch das Gas 5 Minuten lang gebrannt hatte, war das negative Thermometer um 4°, das poſitive um $2\frac{1}{2}$° geſtiegen.

Die Flamme eines ſehr kleinen Stroms gasförmigen Kohlenſtoffoxyds gab ein noch weniger deutliches Reſultat. Einige Mal ſchien die Spitze der Flamme ſich ein wenig nach der poſitiven Kugel zu neigen, die Thermometer ſtiegen aber genau um gleichviel. Als er aber den Verſuch mit einem ſtärkern Gasſtrome wiederholte, gieng die 3 bis 4 Zoll lange Flamme weit augenſcheinlicher nach der poſitiven Kugel, die Temperatur aber ſtieg doch an dieſer Seite weniger, als man hätte vermuthen ſollen, und mehrmals, nachdem die Flamme 2 Minuten lang gebrannt hatte, nur um $2\frac{1}{2}$ bis 3° höher als an der negativen Seite.

Die Flamme des brennenden Schwefels war zu kurz, als daß ſich ihre Richtung wahrnehmen ließ; den ſchwefligſauren Dunſt ſah man aber nach der poſitiven Kugel hingehen. Die Flamme des Schwefel-Kohlenſtoffs wurde von der negativen Kugel angezogen, während die ſauren Dämpfe, die aufſtiegen, die entgegengeſetzte Richtung nahmen.

Befand ſich lebhaft brennender Phosphor auf dem Tiſchchen, ſo wurden Flamme und phosphorigſaurer Dampf beyde ſtark nach der Kugel gezogen. Eben ſo der Dampf, der ſich vom Phosphor beym langſamen Verbrennen in warmer Luft erhebt.

Ein kleiner Strom ſalzſaures Gas und ein ähnlicher ſalpetrigſaures Gas, welche er zwiſchen beyde Kugeln treten ließ, verhielten ſich auf ganz gleiche Art; ſie wurden ſogleich von der poſitiven Kugel angezogen, und dies wurde noch ſichtlicher, wenn er in der Luft um den Apparat Ammoniakgas brachte. Beſonders auffallend wird dieſe Wirkung, wenn man beyde Kugeln mit Lakmuspapier überzieht, ſie 6 Zoll eine von der andern ſtellt, und einen kleinen Gasſtrom ſenkrecht aufwärts zwiſchen ſie treten läßt. Wirkt die Elektriſirmaſchine nicht zu ſtark, ſo iſt das Papier der poſitiven Kugel im Augenblick geröthet, während das der negativen Kugel ihr Blau unverändert behält.

Nun verbrannte er Kalium zwiſchen beyde Kugeln. Die Flamme und der alkaliſche Dampf begaben ſich nach der negativen Kugel. Ammoniakgas gab keine recht deutlichen Reſultate, auch als er einen Strom zwiſchen beyde Kugeln treten ließ, nachdem er die Luft mit etwas ſalzſaurem Gas verſehen hatte; es wurde von beyden Kugeln gleichmäßig angezogen oder abgeſtoßen. Als beyde Kugeln mit Curcumapapier überzogen waren, ſchien zwar die negative Kugel eher als die poſitive bräunlich zu werden, aber es dauerte nicht lange, ſo waren beyde Färbungen gleich ſtark.

Ein von mäßig erhitztem Benzoe ſich erhebender Strom Benzoeſäure ſchien von der poſitiven Kugel angezogen zu

werden; als ſich aber der Benzoe entzündete, wurden die Flamme und die öhiige Materie ſogleich zu der negativen hingezogen. Etwas reine Benzoeſäure, die zwiſchen den beyden Kugeln aus einer ſilbernen Schale ſublimirt wurde, zog ſich nach dem poſitiven Pole, ſobald aber die Säure ſich entzündete, nahm der kohlenartige Rauch den Weg zur negativen Kugel.

Kampher und die Harze brennen mit vielem Ruß; Flamme und Rauch werden von der poſitiven Kugel zurückgeſtoßen, und zeigen die Anziehung dieſes kohlenſtoffartigen Körpers zu der negativen Kugel auf eine ſehr auffallende Weiſe; ſie überzieht ſich bald dick mit Ruß, indeß die poſitive Kugel davon nur ſehr wenig annimmt.

Der Bernſtein verhält ſich nach Art des Benzoe; wenn er blos geſchmelzt iſt, ziehen ſich ſeine ſauren Dämpfe nach der poſitiven Kugel, ſobald er ſich aber entzündet, gehen Flamme und Rauch zur negativen Kugel.

Bey dieſen Verſuchen kommt es vorzüglich darauf an, daß die Luft ganz in Ruhe und die elektriſche Kraft nur ſchwach ſey; erregt man zu ſtarke Elektricität, ſo werden Flamme und Rauch, beſonders wenn ſie iſolirt, oder Nichtleiter ſind, von beyden Kugeln abwechſelnd angezogen und abgeſtoßen.

Dieſe Verſuche in ihrer Beziehung auf die elektriſch-chemiſche Theorie betrachtet, ſcheinen die Wirklichkeit einer den Körpern urſprünglich einwohnenden elektriſchen Kraft am deutlichſten zu zeigen, vermöge welcher die Körper zwiſchen entgegengeſetzten elektriſchen Polen von dem einen angezogen und von dem andern abgeſtoßen werden. Da es nun ſchon lange den Phyſikern und beſonders dem Herrn **Wollaſton** gelungen war, mit der gewöhnlichen Elektricität dieſelben chemiſchen Wirkungen hervorzubringen, welche die **Volta**'ſche Säule giebt, ſo liefern die Verſuche des Herrn **Brande** neue Beweiſe für die Identität der gewöhnlichen Elektricität mit der galvaniſchen in ihren Beziehungen auf die chemiſchen Wirkungen.

Digitized by Google

Es iſt leicht, auf dieſem Wege die Anziehung der Säuren von den poſitiv-elektriſchen und die der Alkalien und verbrennlichen Körper von den negativ-elektriſirten Oberflächen nachzuweiſen, und die Theorie, daß die gegenſeitige Anziehung beyder von ihrem entgegengeſetzten elektriſchen Zuſtande herrühre, durch Verſuche zu beſtätigen, welche nicht minder entſcheidend ſind, als die mit Valta'ſchen Apparaten angeſtellten. Der Phosphor, ſo wohl beym ſchnellen als beym langſamen Verbrennen, und die Bezoeſäure, geben die auffallendſten Beweiſe der Wirkung der erſten Art, und Kalium und Kampher eben ſo deutliche Beyſpiele der zweyten Art.

Einige Umſtände, welche man ſchwerlich a priori hätte vorausſehen können, bleiben indeß immer noch ſchwierig zu erklären. Warum z. B. die Flamme des Kohlen-Waſſerſtoffgas, welche Waſſer und kohlenſaures Gas zu Produkten der Verbrennung giebt, ganz und ſtark von der negativen Oberfläche angezogen wird, indeß die Flamme des gasförmigen Kohlenſtoffoxyds, welche blos Kohlenſäure erzeuget, weder von dem einen noch von dem andern Pole deutlich angezogen wird. Um jedoch hierüber einige Gewißheit zu erhalten, legte Brande auf jede der beyden Kugeln einen kleinen Streifen Leinwand, die er in einer Auflöſung ätzenden Kali's getaucht hatte, ließ während das Elektriſirens zwiſchen ihnen einen Strom kohlenſaures Gas aus einer kleinen Röhre treten, und tauchte dann die Streifen in verdünnte Salzſäure. Das heftigere Aufbrauſen ſollte ihm nachweiſen, nach welcher Kugel ſich die Kohlenſäure gewendet habe. Im Ganzen zeigte in der That der Streifen der poſitiven Kugel ein ſtärkeres Aufbrauſen, doch nicht auf eine ſo ausgezeichnete Art, als man es hätte erwarten ſollen; und das Verfahren giebt überhaupt nicht die nöthige Genauigkeit.

Einen andern merkwürdigen ähnlichen Verſuch unter gewiſſen Abänderungen führt Herr Muncke *) an: Man nehme eine glimmende Kohle, ein brennendes Licht auf

*) Gilbert's Annalen. B. XLI. S. 93.

Digitized by Google

einem metallenen Leuchter, oder, womit der Verſuch am leichteſten und deutlichſten iſt, eine brennende Räucherkerze, ſetze ſie zuerſt auf den poſitiven Conduktor, und ſodann auf den negativen, ſetze die Maſchine jedesmal in eine gleichförmige Bewegung und nähere ihr eine nicht iſolirte Spitze in gleichen Entfernungen, am beſten von ½ bis 1 Zoll; ſo wird in beyden Fällen ein Blaſen von der Spitze nach dem Gegenſtande bemerkbar ſeyn; bey der Maſchine des Herrn Muncke war dies Blaſen ſo ſtark, daß ein gewöhnliches Licht von Unſchlitt oder Wachs faſt ausgeblaſen wurde. Hiernächſt ſetze man einen der genannten Gegenſtände auf ein nicht iſolirtes Geſtelle, und halte beym gleichförmigen Gange einer Maſchine eine iſolirte metallene Spitze, die man zuerſt mit dem poſitiven, und nachher mit dem negativen Conduktor in Verbindung geſetzet hat, in der angezeigten Entfernung dagegen, ſo wird in beyden Fällen ein gleiches Blaſen aus der Spitze nach dem Gegenſtande wahrgenommen werden. Hiernach geben alſo alle vier, bisher zu je zweyen als entgegengeſetzt betrachteten Veränderungen der erregten Elektricität gleiche Reſultate. Herr Muncke enthält ſich zwar jeder Erklärung dieſes Verſuchs, er ſcheint aber offenbar auf ein Einziges Prinzip hinzuweiſen, aus welchem alle elektriſche Erſcheinungen erfolgen.

Ueberdem hatte Herr Muncke beſtändig die Funken der negativen Elektricität an dem erſten mit den Reibzeugen in Verbindung geſetzten Conduktor faſt um ein Drittheil bis die Hälfte kleiner gefunden, als den der poſitiven Elektricität; und gleichwohl wurde die nämliche Flaſche in ganz gleicher Entfernung durch eine gleiche Anzahl, in gleicher Geſchwindigkeit geſchehene Umdrehungen der Maſchine, auf einen gleichen Grad der Spannung geladen, wovon ſich alſo auf eine gleiche Intenſität beyder Elektricitäten ſchließen läßt. Indeſſen ſchien ihm dieſer Verſuch noch nicht genügend zu ſeyn.

(Zuſ. zu S. 881. Th. 1.) Bisher hatte man immer noch geſtritten, ob die elektriſche Kraft in einem wirk-

lich leeren Luftraume ſtatt finden könne. Man ſieht wohl, daß hiemit die Frage überhaupt in Verbindung ſteht, welchen Einfluß hat der verſchiedene Druck der Atmoſphäre auf die Entſtehung der Elektricität? Dieſe Frage iſt erſt vor einigen Jahren durch Herrn Joh. Phil. Deſſaignes *) unterſucht worden. Um genugthuende Reſultate zu erhalten, und dieſe Unterſuchung nicht allein auf die atmoſphäriſche Luft einzuſchränken, ließ er ſich einen eigenen Apparat vom Herrn Dumotiez verfertigen, den man mit allen Gasarten anfüllen, darin trocknen, und zu jedem beliebigen Grade verdünnen und verdichten, auch eine kleine Elektriſirmaſchine in Bewegung bringen konnte. Dieſer Apparat beſtand aus einem Recipienten von 6 Litre (300 Par. Kubikzoll) Inhalt, auf welchem eine Meſſingplatte aufgekittet war. In dieſer Platte befand ſich eine kreisförmige Oeffnung von 0,216 Mèter ($7\frac{3}{4}$ Zoll) Durchmeſſer, welche ſich mit einer andern dicken Meſſingplatte vermöge 4 Schrauben, nachdem ein geöhlter Lederring zwiſchen beyden Platten geleget worden, luftdicht verſchließen ließ. Dieſe obere Platte hatte ſelbſt 4 Oeffnungen; an zwey derſelben waren ſtarke Hähne, an den beyden andern kurze Röhren oder Tüllen angeſchraubt, durch deren eine die Axe einer kleinen in dem Recipienten befindlichen Elektriſirmaſchine und durch deren andere ein iſolirter Leiter hindurch ging, mittelſt deſſen ſich die erregte Elektricität nach Willkühr entladen und abführen ließ. Die Elektriſirmaſchine beſtand aus einem 0,07 Mèter (2,6 Zoll) dicken Cylinder aus Siegellack, welcher an dem durch die Tülle gehenden und außen mit einer Kurbel verſehenen Meſſingſtabe angeſchraubet war, und aus einem wollenen Reibzeuge, das an einer an der obern Platte angeſchrobenen Stahlfeder feſtſaß. Am Boden des Recipienten ſtand ein de Sauſſure'ſches oder Volta'ſches Elektrometer mit einer metallenen Spitze, die ſich dem Cylinder bis auf 1 Millimèter ($\frac{1}{2}$ Linie) näherte, und daneben eine Blechſchale voll geglühetem ätzenden Kali

*) Journal de physique. Mars 1814.

oder ſalzſaurem Kalke. Auch konnte er noch ein de Sauſſure'ſches Hygrometer mit meſſingenem Fuß hineinſetzen, das er dazu ausdrücklich hatte machen laſſen, und das, wie gewöhnlich, mit einem Thermometer verſehen war.

Wenn die Luft in dieſem Apparate verdünnt werden ſollte, ſo ſchraubte man eine biegſame Röhre mit ihrem einen Ende auf einen der beyden Hähne, mit dem andern auf eine Luftpumpe; und an den zweyten Hahn ſchraubte man eine Barometerröhre, deren unteres Ende in einer Taſſe voll Queckſilber ſtand, und die an eine hölzerne, von dem Queckſilberſtande aufwärts in Zolle und Linien getheilte Skale befeſtiget war. Soll die Luft verdichtet werden, ſo vertauſchte man die Luftpumpe mit der Compreſſionspumpe und das Barometer mit einem Manometer.

Um den Apparat mit einem Gas ſo zu füllen, daß er möglichſt frey von atmoſphäriſcher Luft blieb, ſetzte er die Verdünnungspumpe mit dem einen, und die Verdichtungspumpe mit dem andern Hahne in Verbindung, und ſchraubte an dem Seitenarm der mit der Hand zu bewegenden Compreſſionspumpe eine bleyerne Röhre an, die nach dem Hahnſtück eines auf der pnevmatiſchen Wanne ſtehenden, mit Waſſer gefüllten Recipienten hinführte. Dieſen pnevmatiſchen Recipienten füllte er mit Gas, mit welchem der Verſuch angeſtellt werden ſollte, pumpte dann die Luft aus dem Apparate, und aus der bleyernen Röhre ſo weit als möglich aus, ließ alsdenn einen Antheil Gas in den Apparat ſteigen, pumpte auch ihn wieder ſo weit als möglich aus, und öffnete die Hähne, um das Gas aus dem pnevmatiſchen Recipienten frey in den Apparat treten zu laſſen. War der Apparat möglichſt luftleer gemacht worden, ſo blieb er in dieſem Zuſtande eine Stunde lang ohne alle Veränderung. Uebrigens ſuchte er die Gasarten durch die beſten bekannten Mittel, die er zu ſeinen Verſuchen gebrauchte, ganz rein zu erhalten.

Digitized by Google

Um nun gewiß zu ſeyn, daß die Feuchtigkeit keinen Antheil an den Verſuchen habe, wobey die elektriſche Kraft verſchwindet, wurde es nöthig, daß er den Gang des Hygrometers während aller Modificationen, welchen er die Gasarten unterwarf, genau beobachtete. Wenn dieſer Apparat gut calcinirtes, ätzendes Kali enthielt, ſo gieng das Maximum der Feuchtigkeit in ihm nicht über 60° hinaus, für Gasarten, die mit Feuchtigkeit geſättiget waren. In der atmoſphäriſchen Luft läßt ſich aber ſehr gut Elektricität erregen, wenn ſie auch 85 Grad Feuchtigkeit beſitzet; daher hatte er in Hinſicht der Feuchtigkeit bey Anwendung dieſer Maasregel wegen Entſtehung der Elektricität in ſeinem Apparate kein Mißlingen zu befürchten.

Zuerſt war er neugierig, ob in völlig trockener und gegen alle Feuchtigkeit geſchützter Luft in einem verſchloſſenen Apparate, worin ſich ätzendes Kali befand, die Elektricität derſelben Veränderlichkeit unterworfen ſey, die ſich in ihr in freyer Luft ſo häufig findet. Beym Froſt im December und Januar fand er, daß 6 Umdrehungen der Maſchine hinreichten, die kleinen Kugeln des Elektrometer 27 Millimeter (1 Zoll) aus einander zu treiben, indeß an den warmen Tagen des Februar, ſelbſt bey 30 bis 40 Umdrehungen des Cylinders, gar keine oder nur höchſt ſchwache Elektricität erreget wurde. Dieſer Verſuch überraſchte ihn, aber er hat ſich mehrere Malen wiederholt beſtätiget.

Um nun auch den Einfluß des Luftdrucks, ſo gut, als den der Temperatur, auf die Kraft der Elektricität auszumitteln, benutzte er einen Tag, wo das Barometer auf 0,771 Meter, und das Hygrometer auf 80° ſtand, und die natürliche Elektricität ſo ſtark war, daß das Elektrometer bey der erſten Umdrehung ſeines Siegellack-Cylinders um 6, und bey der zweyten um 30 Millimeter aus einander giengen. Beym Auspumpen der Luft aus dem Apparate ſchloß er nach jedem Kolbenzuge den Hahn, ſo daß die Barometerprobe jedes-

mal nur um 27 Millimeter anſtieg. Als dieſe Probe auf 540 Millimeter angeſtiegen war, kamen die Kügelchen des Elektrometer beym erſten Umdrehen des Cylinders zum Anſchlagen. Von dieſem Punkte an nahm beym weitern allmähligen Auspumpen auch die Intenſität der Elektricität nach und nach wieder ab, ſo daß, als die Barometerprobe auf 762 Millimeter, alſo nur 9 Millimeter niedriger als unter der torricelliſchen Leere ſtand, die elektriſche Kraft völlig verſchwunden war, und 40 bis 50 Umdrehungen des Cylinders auch nicht die geringſte Spur von Elektricität gaben. Als die Luft allmählig wieder zugelaſſen wurde, erſchien auch die Elektricität, anfänglich ſchwach wieder, und ſtieg in der Stärke bis auf einen gewiſſen Punkt, von welchem an die Elektricität beym Einſtrömen von mehr Luft wieder abnahm, bis ſie endlich, als die Luft ganz eingetreten war, ungefähr wieder zu derſelben Stärke, wie Anfangs herabkam.

An andern Tagen, wo die elektriſche Spannung nur ſchwach war, wuchs zwar auch die Elektricität beym Verdünnen der Luft, aber um ſehr viel weniger, und hörte auf, als die Luft noch nicht um $\frac{1}{3}$ verdünnt war. Auch ſtieg ſie beym Zulaſſen der Luft wieder, wuchs aber nicht und war, nachdem alle Luft hineingetreten war, oft ſo geſchwächt, daß ſich durchs Drehen des Cylinders kein Zeichen von Elektricität erhalten ließ.

An ſolchen Tagen, wo ſich im Apparate, der durch ätzendes Kali ausgetrocknet war, gar keine Elektricität erregen ließ, wie dies bey heißem und ſtillem Wetter der Fall war, ließ ſich dieß auch nicht weder beym Verdünnen noch beym Wieder-Eintreten der Luft bewirken. Ueberhaupt ergab ſich, daß, je ſtärker die natürliche Spannung der Elektricität war, ſie beym Verdünnen der Luft um ſo mehr wuchs, die Verdünnung deſto weiter getrieben werden mußte, um ſie ganz zu verlöſchen, und ſie beym Wieder-Eintreten der Luft ihre anfängliche Kraft deſto ſchneller wieder erlangte.

Man könnte vermuthen, der Grund, warum das Elektrometer in dem luftleeren Raume keine Elektricität zeige, liege darin, daß ſich die elektriſche Flüſſigkeit in dem Apparate immer mehr zerſtreue, je weiter die Verdünnung getrieben werde, und auf das Elektrometer nicht mehr wirken könne. Um hierüber zu entſcheiden, führte er dem Elektrometer, nachdem die Luft aus dem Apparate möglichſt ausgepumpet war, mittelſt des äußern Leiters ein wenig Elektricität aus einer geriebenen Siegellackſtange zu. Die Kugeln giengen ſogleich aus einander, das Elektrometer behielt ſeine Divergenz ungeſchwächt zwey Stunden lang, und beym Drehen des Cylinders äußerte ſich keine Einwirkung auf daſſelbe.

Wenn man an Tagen ſtarker Spannung, nachdem man einen Theil der Luft aus dem Apparate ausgepumpt hat, den Cylinder mehrmals umdrehet, und dann bloß die Elektricität des Elektrometer und nicht auch zugleich die des Cylinders aufhebt, ſo gehn, ohne daß der Cylinder beweget wird, bey jedem Grade fortgeſetzter Verdünnung die Kügelchen um 6 und ſelbſt um 12 Millimeter aus einander, je nachdem die Elektricität an dem Tage ſtärker iſt. Dies geſchieht jedoch nur bis zu dem Grade der Verdünnung, über welchen hinaus die elektriſche Kraft wieder ſchwächer wird.

Hiernächſt ſchritt Deſſaignes zu den Verſuchen mit verdichteter Luft. Das Manometer zeigte Zunahmen der Dichtigkeit um $\frac{1}{8}$ des Drucks der Atmoſphäre. Die Verſuche wurden bey ſtuffenweiſe zunehmender Dichtigkeit, gerade ſo als in verdünnter Luft angeſtellt, und 20 derſelben gaben folgende Reſultate.

An Tagen ſtarker elektriſcher Spannung, wenn 6 Umdrehungen des Cylinders das Elektrometer um 30 Millimeter aus einander trieben, nahm die Intenſität der Elektricität bey Verdichtung der Luft Anfangs zu, indem die Kügelchen des Elektrometer als die Luft um $\frac{1}{4}$ verdichtet war, bey drey, und als ſie um $\frac{1}{3}$ verdichtet war, bey zwey Umdrehungen des Cylinders um 30 Millimeter aus

einander giengen. Als die Verdichtung der Luft bis zur Hälfte ſtieg, war die Elektricität ſchon geſchwächt, und von da an nahm ſie in eben dem Verhältniſſe ab, als die Verdichtung zunahm. In Luft, die um $\frac{3}{4}$ verdichtet war, brachten 10 Umdrehungen des Cylinders nur eine Divergenz von 1 Millimeter hervor, und als die Verdichtung noch weiter getrieben wurde, war jedes Zeichen der Elektricität verſchwunden. Auch als die Luft am ſtärkſten zuſammengedrückt war, ſtieg das Hygrometer nicht über 58° hinauf, und einige Minuten nachher fiel es auf Trockenheit herab.

Nachdem die Luft im Zuſtande der Dichtigkeit mehrere Stunden lang im Apparate erhalten und zu dieſem Ende von Zeit zu Zeit einige Kolbenſtöße Luft nachgefüllt wurden, ſo gieng daraus hervor, daß die elektriſche Kraft in dieſem Zuſtande erloſchen blieb. Als aber die verdichtete Luft nach und nach wieder herausgelaſſen wurde, zeigte ſich auch die Elektricität wieder, und zwar ſchon bey der erſten Umdrehung des Cylinders ſehr ſchwach; dann aber immer ſtärker in dem Verhältniſſe, wie ſich die Luft verdünnte, und das mit ſolcher Kraft, daß bey jeder Stufe des Ausſtrömens der Luft die Intenſität der Elektricität 4 Mal größer zu ſeyn ſchien, als bey den gleich großen Stufen der Compreſſion. Hatte die Luft im Apparate mit der äußern Luft einerley Dichtigkeit, ſo wurden bey der erſten Umdrehung des Cylinders die Kügelchen des Elektrometer bis zum Anſchlagen an die Glaswände aus einander getrieben, indeß ſie vor der Condenſation der Luft bey einer Umdrehung nur um 6 Millimeter aus einander giengen.

An Tagen ſchwacher Elektricität, wo das Elektrometer erſt bey der ſechsten Umdrehung des Cylinders um 9 Millimeter aus einander trat, wurde beym Verdichten der Luft keine Zunahme der elektriſchen Kraft bemerkt; vielmehr nahm ſie ab, ſobald die Verdichtung über $\frac{1}{8}$ hinaus gieng, und war gänzlich verſchwunden, als die Verdichtung bis auf $\frac{1}{2}$, ja ſelbſt nur bis auf $\frac{1}{3}$ geſtiegen war.

Wurde alsdann ſtufenweiſe und langſam die Luft aus dem Apparat wieder herausgelaſſen, ſo erſchien die Elektricität ſogleich wieder, und bey der erſten Stufe ziemlich ſtark; ſchwächte ſich dann aber in dem Verhältniſſe, wie die Verdünnung fortſchreitet, bis die innere Luft mit der äußern ins Gleichgewicht kam, in welchem Falle oft bey 10 bis 12 Umdrehungen des Cylinders keine Spur von Elektricität zu bemerken war.

Zu Zeiten, wo die elektriſche Spannung Null, und durch fortgeſetztes Umdrehen des Cylinders keine Elektricität zu erhalten war, konnte auch beym Verdichten der Luft bis um $\frac{1}{2}$ keine erhalten werden; bey fortgeſetzter Verdichtung aber zeigte ſich bey der zweyten Umdrehung des Cylinders Elektricität, und wurde bey einer Verdichtung um $\frac{2}{3}$ ziemlich ſtark, nahm dann aber bey höherer Verdichtung wieder ab, und verſchwand ganz, als die Verdichtung über $\frac{3}{4}$ hinaus gekommen war. Nachdem hienächſt die Luft wieder zur natürlichen Dichtigkeit zurück gekommen war, konnte keine Elektricität durchs Reiben hervorgebracht werden.

Ueberhaupt je ſtärker die natürliche Spannung der Elektricität iſt, deſto mehr nimmt ſie gleich bey der erſten Stufe der Dichtigkeit der Luft zu, wird aber nach der endlichen Vernichtung bey zunehmender Dichtigkeit der Luft deſto wirkſamer wieder, wenn die Luft im Apparate mit der äußern wieder ins Gleichgewicht kommt. Das Umgekehrte findet an Tagen ſchwacher Spannung ſtatt.

Wenn an Tagen ſtarker elektriſcher Spannung der Cylinder mehrmals gedreht worden war, ehe die Verdichtung der Luft alle elektriſche Wirkung aufgehoben hatte, und man die Elektricität des Elektrometer vernichtete, aber nicht die des Cylinders, ſo giengen beym Entweichen der Luft die Korkkügelchen des Elektrometers von ſelbſt aus einander, ohne daß der Cylinder aufs neue gedrehet werden mußte wie beym Verdünnen. An Tagen ſchwacher Spannung fand dies nicht ſtatt.

In den verſchiedenen Gasarten, mit welchen dieſe Verſuche angeſtellet wurden, äußerte ſich die elektriſche Kraft, wie in der atmosphäriſchen Luft, ſtets ſchon bey der erſten oder zweyten Umdrehung des Cylinders, je nachdem die Elektricität zu der Zeit beſchaffen war, und erlitt bey dem Verdichten und bey dem Verdünnen dieſer Gasarten dieſelben Zunahmen und Abnahmen an Stärke, und daſſelbe Verlöſchen, wie bey den Verſuchen mit der atmosphäriſchen Luft.

Nur wurde hiebey noch bemerket, daß an Tagen ſtarker elektriſcher Spannung die Elektricität im kohlenſauren Gas mehr Intenſität, als in dem Sauerſtoffgas, und in dieſem mehr als in dem Stickgas und Waſſerſtoffgas hatte, indeſſen aber doch beym Verdünnen und Verdicht.n in dem kohlenſauren Gas, und überhaupt in allen dichtern Gasarten eher, als in dem Waſſerſtoffgas, erloſch. An Tagen ſchwacher Spannung ſchien dagegen die Elektricität in dem Stickgas und in dem Waſſerſtoffgas viel ſtärker als in dem Sauerſtoffgas und dem kohlenſauren Gas zu ſeyn, indem bey 6 Umdrehungen des Cylinders in jenen Gasarten das Elektrometer um 12 Millimeter, dagegen bey 12 Umdrehungen in dem Sauerſtoffgas nur um 4, und in dem kohlenſauren Gas kaum um 1 Millimeter aus einander gieng. Unter dieſen Umſtänden verſchwand die elektriſche Kraft beym Verdichten und Verdünnen in den ſpecifiſch ſchwereren Gasarten noch eher, als in den leichtern; z. B. im kohlenſauren Gas ſchon beym Verdichten um $\frac{1}{4}$, im Waſſerſtoffgas erſt beym Verdichten um $\frac{1}{2}$.

Die Elektricität äußert ſich nicht allein in den verſchiedenen Gasarten, ſie findet auch noch in den Dämpfen ſtatt. Nachdem der Apparat luftleer gemacht und die elektriſche Kraft mit Gewißheit erloſchen war, wurde mittelſt einer Blaſe durch einen Hahn etwas Aether hineingelaſſen, welcher die Barometerprobe ſogleich um 12 bis 14 Millimeter fallen machte; und ſogleich erſchien bey der erſten Umdrehung des Cylinders die Elektrici-

tät wieder und das auf eine conſtante Art. Dieſelbe Wirkung ließ ſich mit Alkohol und Waſſer erhalten; in den Dämpfen des letztern war aber die Wirkung ſehr viel ſchwächer als im Aetherdampfe, denn die Barometerprobe ſank dann nur um 4 bis 5 Millimeter. Ließ man mehr von dieſen Flüſſigkeiten in den Apparat treten, als ſich darin verflüchtigen konnte, ſo konnte keine Elektricität hervorgebracht werden; mit einigen Kolbenzügen der Luftpumpe konnte man indeß dieſen Ueberſchuß fortſchaffen, und dann ſahe man die Elektricität ſich wieder erzeugen.

Fand ſich der Apparat auf dieſe Art mit recht trockenen elaſtiſchen Dämpfen erfüllt, ſo war es nicht möglich, ſie durchs Auspumpen ſo viel zu verdünnen, um die Elektricitäts-erregende Kraft des Cylinders zu verlöſchen. Zwar wurde ſie dabey ſehr geſchwächt, verſchwand aber nicht völlig, wie bey der Verdünnung der Gasarten. Um dies zu bewirken, mußte eine hinreichende Menge Luft hineingelaſſen werden, um den Dampf aufzulöſen, und dieſe wieder auszupumpen; dann erſchien keine Elektricität mehr.

Durch dieſe Verſuche war es ausgemacht, daß die elektriſche Kraft oder wenigſtens ihre Eigenſchaft anzuziehn und abzuſtoßen, in einer ſehr verdünnten oder verdichteten Luft nicht beſtehen kann. Und gleichwohl entſteht durch Bewegung von Queckſilber in der Torricelliſchen Leere Licht in dem vollkommenſten luftleeren Raume. Iſt vielleicht dies keine elektriſche Wirkung? und ſollte man nicht annehmen dürfen, daß die Elektricität im luftleeren Raume zwar erzeugt und angehäuft werde, aber zu ſchwach ſey, um das Gewicht der beyden Kügelchen des Elektrometers zu überwinden?

Um zu unterſuchen, ob dieſe Vermuthung gegründet ſey, wiederholte Herr Deſſaignes ſeine Verſuche im Dunkeln. Wenn der Cylinder während des Drehens die Kügelchen des Elektrometer auseinander trieb, ſo zeigte

ſich in der verdünnten Luft an der empfindlichen Drahtſpitze deſſelben ein leuchtender Punkt, das Reibzeug aber leuchtete nicht, einige Büſchel ausgenommen, welche Stellenweiſe daraus hervorbrachen. Sobald die Kugeln nicht mehr aus einander giengen, hörte auch die Drahtſpitze zu leuchten auf, und kamen keine Büſchel mehr aus dem Reibzeuge hervor; ſtatt derſelben zeigte ſich aber ein bleibender zwiſchen dem Kiſſen und dem Cylinder beſchränkter Schein, welcher glänzte, ſo lange der Cylinder gedrehet wurde. Dieſer Schein war an Tagen von ſtarker elektriſcher Spannung minder lebhaft und ſtark, als an Tagen ſchwacher Spannung.

In verdichteter Luft leuchtete während der erſten Grade der Verdichtung die Spitze des Elektrometer-Drahts noch ſtärker, und es ſtrömten lebhaftere und mehrere Blitze aus dem Reibzeuge hervor; bey fortgeſetzter Verdichtung wurden aber dieſe Erſcheinungen ſchwächer, und hörten ganz auf, wenn der Cylinder beym Drehen nicht mehr aufs Elektrometer wirkte. Und man ſahe dann keinen bleibenden Schein zwiſchen dem Reibzeuge und dem Cylinder, wie bey der Luftverdünnung.

Läßt man beym Verſuche mit der Verdünnung die Luft wieder einſtrömen, oder nach der Verdichtung die Luft wieder ausſtrömen, ſo leuchtet die Spitze ſogleich wieder, ſobald die Kugeln des Elektrometer anfangen, wieder aus einander zu fahren.

Es äußert nicht blos der Cylinder auf das Elektrometer keine elektriſche Wirkung, wenn er in ſtark verdünnter und ſtark verdichteter Luft gedrehet wird, ſondern es ſcheint auch das Leuchten des Kiſſens das elektriſche Gleichgewicht des Elektrometers nicht zu ſtören. Dies zeigte folgender Verſuch, den Herr Deſſaignes mit einem kleinen Apparate, den er vom Herren Bertholet erhalten hatte, machte. Dieſer Apparat beſtand aus einem kleinem Glasrecipienten mit einer Lederbüchſe, durch welche die gläſerne Achſe eines kleinen Cylinders gieng, der ſich in dem Apparate befand, zugleich mit einem Reibzeug

und Conduktor, welche beyde durch die Wände des Recipienten iſolirt hindurch giengen und ſich auſſen in einer Kugel endigten. Dieſen Recipienten ſchraubte Herr Deſſaignes auf ſeine Luftpumpe, machte zwey Kolbenzüge, ſetzte dann zwey Strohhalm-Elektrometer mit dem Reibzeuge und dem Conduktor in Berührung, und drehte den Cylinder. Immer giengen beyde Elektrometer aus einander, das des Reibzeugs mit negativer und das des Conduktors mit poſitiver Elektricität, ſo lange der Recipient ſich voll Luft befand; ſobald aber die Luft herausgepumpet war, blieben ſie unbeweglich, ſelbſt bey 60 bis 80 Umdrehungen des Cylinders. Und doch hörte die ganze Zeit über das Leuchten des Kiſſens nicht auf.

Man kann demnach behaupten, das Leuchten, welches ſich im luftleeren Raume zwiſchen dem Küſſen und dem Cylinder zeigt, und von keinem Anziehen und Abſtoßen begleitet iſt, ſey, nach Wilke's Ausdruck, eine erregte, aber nicht aus der Stelle getriebene Elektricität, d. h. es finde ein Druck, eine Erſchütterung in dieſer Flüſſigkeit, aber keine Aufhebung des Gleichgewichtes ſtatt, mit einem Worte, es ſey ein wahres Phosphoreſciren.

Aus dieſen Verſuchen ergaben ſich zwey wichtige Thatſachen: 1. daß die elektriſche Kraft im luftleeren Raume und in der verdichteten Luft gleichmäßig erlöſcht: 2. daß die elektriſche Spannung größer werden kann, eben ſo wohl durch Zunehmen, als durch Abnehmen des Drucks der Atmoſphäre.

Der Herr Prof. Käſtner *) ſucht dieſe Erſcheinungen auf folgende Art zu erklären: Es ſcheine die größere Intenſität der Elektricität des Elektrometers bey größerer elektriſcher Spannung der Atmoſphäre zunächſt nur durch die Elektricität der äußern Luft vermittelt zu werden; es wirke nämlich hier die atmoſphäriſche Luft, wie die des innern Belegs der Leidner Flaſche, durch das

*) Gren's Grundriß der Naturlehre. Halle 1820. 8. §. 1250. Note.

Glas des Recipienten erregend auf das Elektrometer und bewirke ſo Beyſammenbleiben oder Anhäufen der den Kugeln zugekommenen Elektricitätsmengen. Bey zu großer Compreſſion bilde die verdichtete Luft ſammt dem Glaſe einen ſo dicken Iſolator, daß jene vertheilende Wirkung der atmoſphäriſchen Elektricität durch denſelben auf gleiche Weiſe geſchwächt werde, wie bey der leidner Flaſche, wenn deren Glas unverhältnißmäßig dicke ſey. — Das Leuchten zwiſchen Reibzeug und Cylinder ſey dem Phosphoreſciren durch Elektricität ähnlich, welches eintrete, wenn die elektriſche Flüſſigkeit nicht fortgeleitet, ſondern nur an der Oberfläche, wo ſie hafte, erſchüttert werde. — Wahrſcheinlich liegt hierin auch das merkwürdige Phänomen, das Wetterleuchten. M. ſ. den Art. Wetterleuchten.

Auch Herr Hildebrandt [a]) ſtellte einige elektriſche Verſuche in verdünnter Luft an, und nahm wahr, daß ſowohl die mit + E, als auch die mit — E beladenen Kugeln oder Spitzen in ſelbiger Licht von verſchiedener Art gaben, und daß ſich das des + E, unter übrigens gleichen Umſtänden, in weitere Entfernungen, als das des — E erſtrecke. Ueberdem haben auch die Verſchiedenheiten der Spitzenoberflächen und der Beſchaffenheiten der leitenden Metalle, einen mehr oder weniger merklichen Einfluß auf die Farbe des ausſtrömenden elektriſchen Lichtes.

Herr Frauenhofer [b]) ließ das elektriſche Licht auf ein dreyſeitiges Prisma fallen, und fand, daß es in Hinſicht der Streifen und Linien des dadurch bewirkten Farbenbildes ſowohl vom Sonnenlichte als auch vom Lichte des Feuers ſehr auffallend verſchieden war. In dem Farbenbilde fand er von dieſem Lichte mehrere zum Theil ſehr helle Linien, worunter eine im Grünen gegen den übrigen Theil des Bildes faſt glänzend hell war.

---

[a]) Schweigger's Neues Journal. B. I. S. 237. B. XI. S. 437.

[b]) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVI. S. 311.

Eine andere nicht ganz ſo helle Linie war im Orange. Dieſe letztere ſchien dieſelbe Farbe zu haben, wie die helle Linie im Farbenbilde vom Lampenlichte, maß er aber den Winkel der Brechung, ſo ergab ſich, daß ihr Licht bedeutend ſtärker gebrochen war, ungefehr ſo wie die gelben Strahlen beym Lampenlichte. Gegen das Ende des Farbenbildes im Rothen bemerkte man eine Linie, die nicht ſehr hell war; ihr Licht ward eben ſo ſtark gebrochen, wie das der hellen Linie vom Lampenlichte. In dem übrigen Theile des Farbenbildes konnte man noch 4 helle Linien ſehr leicht erkennen. Zur Fixirung des elektriſchen Lichtes, um damit dieſen Verſuch anzuſtellen, hatte Herr Frauenhofer zwey Conductoren, wovon der eine mit einer Elektriſirmaſchine und der andere mit einer Ableitung verbunden war, bis auf ½ Zoll einander genähert und mit einem ſehr feinen Glasfaden verbunden. Das Licht ſchien alsdenn continuirlich an dem Faden überzugehen, und der Faden bildete daher eine feine leuchtende Linie.

Herr Deſſaignes *) hat nachher auch Verſuche angeſtellet, um auszumitteln, was für Wirkungen die Temperatur, der mechaniſche Druck und die Feuchtigkeit auf die Intenſität der elektriſchen Kraft und auf die Veränderung der Natur der Elektricität äußern.

1. Wenn eine Glasſtange in Queckſilber geſtellt eine natürliche Elektricität beſitzet, ſie hierauf in anderes Queckſilber, welches der freyen kalten und trocknen Luft ausgeſetzet iſt, getauchet, und ihr alsdann eine elektriſch gemachte Nadel genähert wird, ſo erhält ſie eine viermal ſtärkere Elektricität, als im Queckſilber, welches in der Temperatur eines verſchloſſenen Zimmers ſich befindet. Um dieſe Wirkung hervorzubringen, hat man nicht nöthig abzuwarten, daß das Queckſilber ſich abgekühlet habe; es iſt ſchon hinreichend, es der äußern Luft auszuſetzen, und gleich nachher die Glasſtange darein zu ſtellen. Gewöhn-

*) Annales de chimie et de physique. Tom. II. p. 59. 199.

lich wächſt das elektriſche Vermögen beym erſten Einfluſſe der Kälte. Wenn aber die Glasſtange in der gewöhnlichen Temperatur eines Zimmers keine natürliche Elektricität erlangen kann, und die äußere Luft iſt ein wenig erkaltet, ſo iſt es ſchon hinreichend, ſie elektriſch zu machen, wenn man das Queckſilber in die Luft bringt, und die Glasſtange darein ſtellet.

Gewöhnlich iſt das Glas für Kälte nicht ſo empfänglich, als das Queckſilber. Wenn man indeſſen die Glasſtange einmal ins Queckſilber taucht, welches in freyer Luft einem ſchneidenden Nordwinde ausgeſetzet iſt, und man bringt ſie nachher in Queckſilber, welches in einem Zimmer ſich befindet, ſo wird ſie dadurch mehr elektriſch, als vorher. Wenn die Glasſtange im Queckſilber nicht elektriſch gemacht werden kann, ſo wird ſie es dadurch fähig, daß man ſie ſtuffenweiſe mit Aether erkältet; indeſſen kehrt ſie in den vorigen unelektriſchen Zuſtand zurück, ſobald ſie wieder in die freye Temperatur kommt.

Die Kälte überhaupt erzeuget und entwickelt in allen Körpern ein elektriſches Vermögen; ihr Einfluß iſt aber bey allen Körpern der nämliche.

2. Wenn man im Winter beym Froſt eine Glasſtange in Queckſilber von 0° Wärme taucht, ſo empfängt ſie dadurch ſogleich weit mehr Elektricität, als im Queckſilber bey einer freyen Temperatur, fährt man aber mit dem Eintauchen fort, ſo wird die Elektricität nach Maaßgabe der Erkältung der Glasſtange ſchwächer, und einige Zeit darauf hört ſie gänzlich auf, und iſt gar nicht erregbar. Wenn aber das Queckſilber und das Glas wieder erwärmet werden, ſo erhält auch die Glasſtange nach und nach ihr elektriſches Vermögen wieder, und, nachdem beyde die Temperatur des Zimmers, wie vorher, erhalten haben, ſo findet ſich die Glasſtange in einem weit höhern Grade elektriſirt, als ſie anfänglich vor der Erkältung es war.

Die elektriſche Kraft iſt durch Einwirkung der Kälte im Schwefel und im Siegellack etwas ſchwieriger wegzu-

bringen, als im Glaſe. Bey einem ſehr kalten Nordweſtwinde hörte die Welle im Queckſilber von — 5° Temperatur nach 20 Eintauchungen nach einer Zeit von 10 Minuten auf, elektriſch zu ſeyn, die Seide nach 8 Minuten, das Siegellack nach 45 Sekunden, der Schwefel nach 30 Sekunden und das Glas nach 15 Sekunden.

Merkwürdig iſt, daß, wenn das Glas, der Schwefel und das Siegellack im kalten Queckſilber auf dem Punkte des Erlöſchens der elektriſchen Kraft ſind, dieſe Subſtanzen zuerſt an den untern Stellen unelektriſch werden, und dann erſt an den obern; indeß die Seide und Wolle eher an den obern Stellen ihrer cylinderförmigen Geſtalt aufhören elektriſch zu ſeyn, als an den untern.

Wenn man ein mit Queckſilber volles Gefäß in eine kalte Miſchung von — 5° Temperatur bringt, alsdann in ſelbiges in langen Zwiſchenräumen eine Glasſtange eintauchet, ſo daß ſie die Temperatur des Zimmers behält, ſo wird ſie dadurch auf eine lange Zeit elektriſch werden: ohngefehr nach $\frac{3}{4}$ Stunden wird ihre Elektricität ſchwächer zu werden anfangen, und einige Zeit darauf findet ſie ſich in ſelbigem gar nicht mehr erregbar, ob ſie gleich, wenn ſie nun in anderes Queckſilber von äußerer Temperatur gebracht wird, ſtark elektriſch ſich zeigt. Bey ſehr ſtarken elektriſchen Spannungen muß das Queckſilber bis auf — 10° oder — 12° abgekühlet werden, wenn die Glasſtange unerregbar werden ſoll. Beſitzet das Queckſilber denjenigen Grad der Kälte, bey welchem das Glas nicht mehr elektriſch gemacht werden kann, ſo iſt man doch noch vermögend, Seide und Wolle darin einen beträchtlichen Grad von Elektricität zu geben.

Bey ziemlich ſtarker mittlerer Temperatur im Sommer verlieren alle Metalle durch Einwirkung der Kälte ihr elektriſches Vermögen weit früher, als im Winter. Hieraus ergiebt ſich das Reſultat, daß ein gewiſſer Grad

Digitized by Google

Kälte das elektriſche Vermögen in allen Körpern ſchwächt und vernichtet, und daß dieſer Grad für alle Körper nicht der nämliche iſt.

3. An Tagen von ſtarker elektriſchen Spannung, an welchen eine Glasſtange im Queckſilber von freyer Temperatur eine beträchtliche negative Electricität beſitzet, man alsdenn in einem andern Gefäße Queckſilber bis auf 0° erkalten läßt, und bey jedem abnehmenden Grade jene Glasſtange in das Queckſilber dieſes Gefäßes taucht, wird ſie deſto ſtärker negativ, je größer die Kälte des Queckſilbers wird. Fährt man hierauf mit der Eintauchung der Glasſtange fort, ſo nimmt nach und nach die negative Electricität ab, und ſie wird zuletzt unerregbar, ohne daß ſich die Natur der Electricität ändert. Wenn man nachher das Queckſilber wieder zur freyen Temperatur zurückbringt, ſo erwacht auch in der Glasſtange die elektriſche Kraft wieder, aber immer negativ.

Auf dieſe Art verhält es ſich jedoch nicht, wenn man das Queckſilber bey der gewöhnlichen Temperatur erhält, und blos die Glasſtange bis auf 0° erkalten läßt. In dieſem Falle wird dieſelbe nach und nach eine geringere negative Elektricität behalten, endlich dieſelbe Null, hierauf poſitiv und zuletzt unerregbar werden. Nachdemman nun die Glasſtange auf die vorige Temperatur zurückbringt, ſo zeigt ſie nach und nach poſitive Electricität, welche Null, nachher negativ, und zuletzt ſtärker negativ wird, als ſie anfänglich war.

Wenn bey einem trockenen Nordwinde eine Glasſtange eine ſtarke negative Elektricität annehmen kann und zwar bey einer äußern Temperatur von — 8°, und es wird ſodann der äußern Luft ein dicker Glascylinder ausgeſetzet, den man von Minute zu Minute ins Zimmer zurückbringt, um ihn daſelbſt ins Queckſilber von der Temperatur des Zimmers einzutauchen, ſo wird er anfänglich weniger negativ elektriſch, nachher für Elektricität gar nicht erregbar; einige Zeit darauf erſcheinet er poſitiv, wird von neuem unerregbar; nicht lange

nachher giebt er ſchwache Zeichen negativer Elektricität, wird abermahls unerregbar; endlich zeigt er wieder ſehr ſchwache Spuren poſitiver Elektricität, und gleich darauf wird er auf immer unerregbar. Läßt man ihn nachher eine lange Zeit der Kälte ausgeſetzt, ſo giebt er in Queckſilber getaucht nicht das geringſte Zeichen von Elektricität. Bringt man ihn aber wieder auf die Temperatur des Zimmers zurück, ſo fängt er auch wieder an, Spuren einer poſitiven Elektricität zu geben, wird hierauf unerregbar, alsdenn negativ, wieder unerregbar, darauf poſitiv, abermahls unerregbar und zuletzt negativ wie vor dem Verſuche.

Daſſelbe Reſultat läßt ſich zu jeder Jahreszeit erhalten, wenn man mit Hülfe des Aethers den Glascylinder immer mehr und mehr erkältet.

Sobald der Glascylinder ſeine Elektricität verändern will, zeiget ſich die neue Elektricität an einem ſeiner Enden, indeß die vorige Elektricität an dem andern Ende wahrgenommen wird. Dieſe beyde Elektricitäten finden ſich abgeſondert durch eine gewiſſe Art von unelektriſchen Knoten. Wird der Glascylinder unter dieſen Umſtänden aus dem Queckſilber herausgezogen, ſo findet man bald das obere Ende poſitiv, das untere negativ, bald aber umgekehrt das obere negativ und das untere poſitiv.

Wenn der Glascylinder im Queckſilber unerregbar iſt, und man erkältet denſelben mittelſt des Aethers, ſo zeigt er alsdann im Queckſilber eine ſchwache negative Elektricität. Beſitzt aber das Queckſilber über Wolle gerieben Elektricität, der Cylinder allein aber gar kein elektriſches Vermögen, ſo wird nun dieſer poſitiv, wenn er erkältet wird. In beyden Fällen wird der Cylinder unerregbar, wenn er auf die vorige freye Temperatur zurückgekommen iſt.

Die durch Reibung an der Wolle erregte Elektricität iſt auf eine ganz gleiche Art geeignet, ihre Natur

zu verändern, wenn man die geriebenen Subſtanzen erkältet. Herr Deſſaignes ließ eine ſtarke Glasſtange in Queckſilber von der Temperatur — 10° erkalten zu einer Zeit, wo ſie durchs Reiben an Wolle ſehr ſtark poſitiv elektriſch wurde. Nachher nahm er ſie aus dem Queckſilber heraus, und hatte ſie mit ſeinem Kleidzipfel von Zeit zu Zeit bis zum Warmwerden gerieben. Beym erſten Reiben war ſie für Elektricität unerregbar, einige Zeit darauf erſchien ſie negativ und nachher ſehr ſtark negativ-elektriſch; nach einigen Minuten wurde ſie wieder unerregbar; endlich zeigte ſie ſich poſitiv und blieb beſtändig poſitiv. Der Schwefel und das Wachs auf dieſelbe Art behandelt gaben Zeichen der poſitiven Elektricität, wurden nachher unerregbar, und dann wie gewöhnlich negativ. Wenn die Temperatur der äußern Luft — 5° oder — 6° hat, kann man dieſelben Reſultate erhalten, indem man dieſe Subſtanzen der atmoſphäriſchen Kälte ausſetzet.

4. Die künſtliche Wärme bringt in Anſehung des elektriſchen Vermögens analoge Wirkungen mit den des Froſtes hervor.

Wenn man eine Glasſtange nach und nach erwärmet, und ſie eine natürlich ſtarke Elektricität beſitzet, bey jedem höhern Wärmegrade dieſelbe aber in Queckſilber von freyer Temperatur eintauchet, ſo wird ſie darin deſto ſtärker elektriſch, je höher ihre Temperatur über die des Queckſilbers ſteiget. Läßt man ſie nach und nach wieder erkalten, ſo vermindert ſich auch die Elektricität nach und nach, und kehrt endlich auf den erſten Zuſtand zurück.

Ganz anders verhält ſich aber die Sache, wenn man das Queckſilber allein erwärmt, und die Glasſtange die gewöhnliche freye Temperatur behält. In dieſem Falle wird die Elektricität der Glasſtange deſto ſchwächer, je höher die Temperatur des Queckſilbers über die des Glaſes ſteiget. Dieſe Wirkung findet jedoch nur bey den erſten zwey oder drey Eintauchungen der Glasſtange in das Queckſilber ſtatt; denn wenn man mit dem Ein-

tauchen fortfähret, ſo wird ſie immer mehr elektriſch nach dem Maaße, als ſie ſich im Queckſilber erwärmet. Indeſſen bleibt ihre Elektricität beſtändig ſchwächer, als wenn ſie erwärmt wird, und das Queckſilber kalt bleibt.

Man hat Urſache ſich zu verwundern, daß das warme Glas im kalten Queckſilber eine ſo ſtarke Elektricität erhält, und im Gegentheil ſo ſchwach iſt, wenn das Queckſilber warm, und das Glas kalt iſt. Allein nach Herrn Deſſaignes muß man wohl bedenken, daß im Conflikt der beyden entgegengeſetzten Kräfte die eine die andere natürlich übertreffe, und daher die Wirkung ſich vergrößern müſſe, wenn die erſtere Kraft größer wird, im Gegentheil ſich vermindern, wenn die andere Kraft einen Zuwachs erhalte.

Wenn weder das Glas noch das Queckſilber natürlich erregbar iſt, und alsdann blos der Glascylinder die Wärme des Queckſilbers übertrift, um darin elektriſch zu werden, oft aber auch 2°, einigemal 4°, und mehrere Male 8°. Wird aber nur das Queckſilber erwärmt, ſo muß dieſes unter denſelben Umſtänden 4°, 8°, 16°, ja 32° mehr beſitzen, als die Glasſtange, wenn ſie bey der erſten Eintauchung elektriſch werden ſoll. Das elektriſche Vermögen des Queckſilbers, um auf das des Glaſes wirkſam zu ſeyn, hat alſo eine viermal größere Spannung nöthig, als das Vermögen des Glaſes, um auf das des Queckſilbers zu wirken. Es verhält ſich alſo das elektriſche Vermögen des Glaſes zu dem des Queckſilbers wie 2 : 1.

5. Obgleich die progreſſive Wärme eines Glascylinders die Elektricität deſſelben vermehret, ſo findet dies doch nur bis zur Temperatur von 100° ſtatt. Ueber dieſe Grenze hinaus nimmt die Elektricität des Cylinders nach und nach wieder ab, und verſchwindet gänzlich ohngefehr bey 210° Wärme. Läßt man ihn wieder erkalten, ſo erhält er auch ſogleich eine elektriſche Kraft wieder, und nimmt nach und nach ſeinen erſten Grad der elektriſchen Intenſität wieder an.

Die natürliche elektriſche Spannung mag ſeyn, welche ſie will, ſo findet man keine Spur von Elektricität bey einer kalten Glasſtange, wenn ſie ein Paarmal in Queckſilber von + 100° getauchet wird. Sobald ſie aber ſelbſt warm wird, zeiget ſich augenblicklich eine elektriſche Spannung.

Zu merken iſt, daß, wenn ein warmer Glascylinder in Queckſilber von + 12° Wärme kein Zeichen von Elektricität giebt, er noch im Queckſilber von + 60° Wärme elektriſch iſt; ferner, daß, wenn ein kalter Glascylinder im Queckſilber von + 125° Wärme unelektriſch iſt, ein Glascylinder von + 150° Wärme nicht aufhöret, in demſelben elektriſch zu ſeyn.

Die Wärme wirkt alſo nicht beſtändig auf das elektriſche Vermögen als eine ſpannende Kraft; in gewiſſen Umſtänden hat ſie die Eigenſchaft, daſſelbe zu ſchwächen.

Wenn man im Winter an Tagen ſtarker elektriſcher Spannung eine Glasſtange bis zum Rothglühen erhitzt, und ſie eine kurze Zeit in dieſem Zuſtande erhält, alsdenn aber wieder erkalten läßt, bis ſie zur äußern Temperatur herabkommt, ſo iſt ſie in Queckſilber getaucht unerregbar, oder erhält nur einen äußerſt ſchwachen Grad von Elektricität. Daſſelbe Reſultat kann man im Sommer erhalten, wenn man die Glasſtange etwa nur bis auf 210° erhitzt. Im Winter iſt es nicht möglich, das elektriſche Vermögen des Queckſilbers alſo zu ſchwächen, weil man ſeine Temperatur nicht über 175° bringen kann, aber im Sommer iſt es hinreichend, es nur bis auf 175° zu erwärmen, um es nach ſeinem Erkalten weniger erregbar, als vorher, zu finden.

6. Dieſe verſchiedenen Eindrücke der Wärme modificiren nicht allein die Spannung des elektriſchen Vermögens, ſie verändern auch noch die Natur der Elektricität.

Wenn man eine Glasſtange gradweiſe bis zu 100° erwärmet, und wenn ſie in Queckſilber geſtellt ſehr ſtark negativ elektriſch iſt, ſo wird ſie bey jedem höhern Wär-

Digitized by Google

megrade, nachdem ſie in Queckſilber von freyer Temperatur getaucht wird, immer mehr negativ elektriſch. Erwärmt man im Gegentheil das Queckſilber gradweiſe, und bringt von 10° zu 10° Wärme die Glasſtange von freyer Temperatur in ſelbiges, ſo wird ſie bey + 80° Wärme unerregbar, und bey 100° Wärme poſitiv. Läßt man ſie ſich in Queckſilber erwärmen, ſo wird ſie nachher wieder negativ.

Wenn eine bis auf + 100 erwärmte Glasſtange im kalten Queckſilber negativ iſt, ſo vermindert ſich ihr negativer Zuſtand immer mehr und mehr bey ſtärkerer Erwärmung derſelben; bey 210° ohngefähr wird ſie im Winter unerregbar; über dieſen Grad hinaus fängt ſie an am untern Ende poſitiv zu werden; ſteigt aber der Wärmegrad noch höher, ſo wird ſie beſtändig unerregbar. Im Sommer, nachdem ſie poſitiv geworden, geht ſie zum zweyten Male in den negativen Zuſtand zurück.

7. Die mechaniſchen Preſſungen können ebenfalls dieſelben Veränderungen in der Elektricität hervorbringen.

Wenn man die Queckſilberoberfläche blos mit dem convexen Ende einer großen Siegellackſtange, des polirten Glaſes, oder des Schwefels berühren läßt, ſo erhalten dieſe Subſtanzen gewöhnlich eine poſitive Elektricität: wenn man die Oberfläche des Queckſilbers ſehr ſchwach ſtoßet, ſo wird die Elektricität Null, giebt man endlich dem Queckſilber ſtarke Stöße, ſo findet ſich die Elektricität negativ. Man kann dieſe Erfahrung ſo oft wiederholen, als man will.

Wenn bey ſehr ſtark entwickeltem elektriſchen Vermögen die eine Glasſtange negativ elektriſirt in ein ſehr weites Gefäß mit Queckſilber, und eine andere in ein koniſches Gefäß mit Queckſilber getauchet wird, ſo zeiget ſich die Glasſtange im weiten Gefäße poſitiv und die im koniſchen negativ, ſo bald das Vermögen des Glaſes zuerſt im Winter ſich zu ſchwächen anfängt. Wenn dagegen das Queckſilber zuerſt geneigt iſt, ſein elektri-

ſches Vermögen zu ſchwächen, ſo wird die Glasſtange im weiten Gefäße negativ, und die im koniſchen poſitiv. Unter denſelben Umſtänden erhält man die nämlichen Reſultate mit zwey Glasſtangen von ungleicher Dicke, wenn beyde zu gleicher Tiefe in ein und daſſelbe koniſche Gefäß getaucht ſind.

Wenn man eine Glasſtange in ſeiner ganzen Länge drückt, ſo daß ihr weder Wärme noch Feuchtigkeit mitgetheilet wird, und man bringt ſie nachher ins Queckſilber, ſo wird ſie darin elektriſch, nachdem ſie darin im natürlichen Zuſtande unerregbar war. Wenn ſie aber darin natürlich poſitiv iſt, ſo wird ſie negativ, und findet ſich noch ſtärker negativ, wenn ſie im natürlichen Zuſtande darin negativ war.

8. Auch beym Einfluß der Feuchtigkeit ändert ſich die Natur der Elektricität. Wenn eine Stange im Queckſilber bey einer trockenen und kalten Witterung ſtark negativ iſt, nachher ins Waſſer getaucht wird, und man ſie hierauf wieder abtrocknet, und hiernächſt abermals ins Queckſilber bringt, ſo wird ſie dadurch poſitiv. Nachdem überhaupt die Feuchtigkeit, womit die Stange befeuchtet worden, abdampfet, nachdem wird ſie im Queckſilber nach und nach poſitiv, unerregbar und negativ, wie ſie vor dem Verſuche war.

Aus dieſen Thatſachen erhellet allgemein, daß die verſchiedenen elektriſchen Zuſtände des Glaſes im Queckſilber nichts weiter ſind, als die verſchiedenen Wirkungen der beyden Kräfte, deren Stärke veränderlich ſind, ſich in einem gewiſſen Verhältniſſe ändern. Im gegenſeitigen Drucke dieſer beyden Kräfte iſt im Augenblicke ihrer Gegenwirkung die ſtärkſte die negative, und die ſchwächſte die poſitive. Man vermehret die elektriſche Intenſität, indem man bis auf einen gewiſſen Punkt die ſchwächſte ſchwächet, oder indem man die ſtärkere vermehret, weil in dieſen beyden Fällen das Verhältniß der Stärke vermehret wird: im Gegentheil vermindert

man die elektriſche Intenſität, indem man die ſtärkere Kraft ſchwächt, oder die ſchwächere vermehret, weil in dieſen beyden Fällen das Verhältniß der Stärke vermindert wird. Die beyden Kräfte ſind unerrregbar, wenn ſie im Gleichgewichte ſind. Endlich verändert die Elektricität ihre Natur, wenn das Verhältniß der Kräfte umgekehret wird, d. h. wenn die ſchwächere Kraft größer, als die ſtärkere wird.

Die Entdeckung, welche Herr Herſchel am Sonnenlichte gemacht hatte, daß es nämlich Wärme und Licht enthalte, brachte den Herrn Morichini *) auf den Gedanken, das Sonnenlicht auch auf Magnetismus und Elektricität zu prüfen. Die Reſultate ſeiner Verſuche über die elektriſchen Wirkungen des Sonnenlichtes ſind folgende:

1. Sonnenſtrahlen, welche nicht durch ein Prisma gebrochen, ſondern blos durch eine Glaslinſe vereiniget, und auf die Platte eines Volta'ſchen Condenſators geworfen wurden, gaben auch nach einer merklichen Erwärmung kein Zeichen von Elektricität.

2. Die Vereinigung der violetten Strahlen machte 2 Mal die Strohhalme des Elektrometers divergiren; ihre Elektricität war dann + E oder Glaselektricität.

3. Waren die Strohhalme durch — E oder Harzelektricität aus einander getrieben, ſo giengen ſie wieder zuſammen, wenn der Brennpunkt der violetten Strahlen auf den Condenſator gerichtet wurde.

Herr Configliachi β) hat des Herrn Morichini Verſuche wiederholt und einer kritiſchen Prüfung unterworfen, ob nämlich die violetten Sonnenſtrahlen beſondere elektriſche Erſcheinungen zeigen, die nicht ſchon unter die bekannten fallen. Hierbey gebrauchte er einen Condenſator aus zwey gut polierten Metallplatten, deren Innenſeiten mit einer ſehr dünnen Firnißlage aus Gummi-

---

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik. B. XLIII. S. 217.

β) Ebendaſ. B. XLVI. S. 362.

lack überzogen waren. Nachdem die obere Platte gehörig aufgeſetzet war, ließ er auf ſie wiederholt während einer Stunde den Brennpunkt der violetten Strahlen des prismatiſchen Sonnenbildes fallen, welche mit einer biconvexen Linſe verdichtet wurden, während die untere Platte durch Metall mit der Erde in leitender Verbindung ſtand. Der Condenſator zeigte am Ende dieſer Zeit gar keine Spur von Elektricität.

Herr Configliachi wiederholte dieſen Verſuch mit den angeführten Sonnenſtrahlen, indem er die dunkele Zone, welche an dem violetten Lichte gränzt, auf ein kleines Meſſingblech fallen ließ, das an dem obern Deckel des Condenſators befeſtigt war, und über den untern Theil herausragte. Auch auf dieſe Art erhielt er nicht die geringſte Anzeige von Elektricität.

Er vermuthet daher, die Zeichen poſitiver Elektricität, welche Herr Morichini mittelſt der violetten Strahlen erhalten haben will, haben von der eigentlichen Elektricität des Condenſators hergerühret, der unter dieſen Umſtänden wie ein Elektrophor wirkt.

(Zuſ. z. S. 892. Th. I.) Das vom Herrn Coulomb *) hier angeführte Geſetz des elektriſchen Abſtoßens iſt in den neuern Zeiten durch mehrere Verſuche wieder ſchwankend gemacht worden. Der erſte, welcher eine Prüfung deſſelben anſtellte, war der Herr geh. Oberbaurath Simon. Zu ſeinen Verſuchen gebrauchte er aber nicht den Coulomb'ſchen Windungsapparat, ſondern war vielmehr bemühet, einen andern Apparat anzuordnen, welcher durch keine ſo verborgene Kraft, wie die Drehung des Drahts in Coulomb's Apparate, ſondern, wo möglich, unmittelbar und unverhüllt, das Maaß zum Vergleiche der Wirkungen angäbe.

Nach mehreren Verſuchen hielt er zu dieſem Zwecke eine äußerſt empfindliche, aus dem beſten Nichtleiter der

---

***) Gilbert's Annalen d. Phyſik. B. XXVIII. S. 277 ff.**

Digitized by Google

Elektricität gebauete Wage am brauchbarſten, und gab ihr folgende Einrichtung: Zwey ſehr feine gleich lange und gleich ſchwere Glasfäden, welche mit den Enden an einander geſchmolzen waren, gaben die beyden Arme des Wagebalkens; auch wurde in der Mitte deſſelben ebenfalls ein feiner Glasfaden, welcher der Hälfte des Wagebalkens gleich war, unter einem rechten Winkel angeſchmelzet, der als Zunge diente. Der Wagebalken ſelbſt wurde mit Gummilack durch Schmelzung überzogen, und zugleich die Achſen, die ebenfalls aus einem feinen Glasfaden beſtanden, quer über den Balken mit dem Gummilack angekittet; oberhalb der Achſen befand ſich noch ein Glasſtäbchen mit einem kleinen Metallknopfe zur Compenſation des Gewichts der Zunge. Der Träger des Wagebalkens beſtand aus einem gekrümmten Glasſtabe, der in einem hölzernen Fuße eingekittet war, und oberhalb die Pfannen, und in der Mitte einen Arm, woran ein Gradbogen ſich befand, trug. Dieſer Gradbogen zeigte auf der einen Seite 40, auf der andern nur 10 Grade, und war ebenfalls von Glas. Hiernächſt wurde ein kleiner, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll langer Glasſtab ſo eingerichtet, daß er mit einer ſauber abgearbeiteten Kugel von Hollundermark, von 0, 4 Zoll im Durchmeſſer, ein gleiches Gewicht hatte, und beyde wurden alsdenn an die Enden des Wagebalkens befeſtiget: der Glasſtab angekittet zum Aufhangen der ringförmigen Gewichte, und die Kugel angeſteckt, ſo daß die Zunge genau in 0 einſpielte.

An dieſer Wage gaben 0, 1 Gran einen Ausſchlag von nahe 25 Graden, und 0,01 Gran einen Ausſchlag von $2\frac{1}{2}$ Grad, ſo daß in dieſer Grenze das zum Schwingen nöthige Uebergewicht der Zunge noch keine ſolche Abweichung bewirkte, daß man nicht jeden Grad zu $\frac{1}{250}$ = 0,004 Gran annehmen konnte; und das um ſo mehr, da die Erfahrung lehrt, daß Ausſchläge innerhalb 15 Grade zu den Beobachtungen die günſtigſten ſind. Da nun jeder Grad einen Raum von nahe einer Linie einnimmt, von dem man $\frac{1}{4}$ noch ſehr wohl mit bloßen Au-

Digitized by Google

gen unterſcheiden kann, ſo laſſen ſich die Ausſchläge nach 0,001 von Granen ſehr gut angeben.

Zum Gebrauche dieſer Wage gehörte noch ein Ständer, der auf einem iſolirenden Arme eine zweyte Kugel von Hollundermark trägt, welche der an der Wage an Größe und Gewicht gleich iſt, und ſich höher oder niedriger ſtellen läßt.

Mit Hülfe dieſes Apparats ſtellte Herr Simon mehrere Verſuche auf eine doppelte Art an, indem er die Entfernungen der Kugeln einmal durch Theile des Gradbogens, das andremal durch ſenkrechte Entfernungen nach Theilen der auf dem Ständer aufgetragenen Skale verglich. Bey der erſten Art von Verſuchen wurden die Wirkungen der Intenſität der Elektricität zuerſt durch die Ausſchläge der Zunge plus den angehängten Gewichten, bey einer zweyten Reihe blos durch dieſe Gewichte verglichen.

Die Reſultate dieſer Verſuche beſtätigten keineswegs das von Coulomb angegebene Geſetz der elektriſchen Abſtoßung; ſondern es ergab ſich vielmehr folgendes Geſetz: **die Wirkungen der Intenſitäten elektriſcher Repulſionen verhalten ſich umgekehrt wie die Entfernungen.**

Der Herr Prof. Gilbert hatte gegen die erſte Reihe ſeiner Verſuche mit Kügelchen von Hollundermark von 0,4 Zoll im Durchmeſſer ganz richtig bemerket, daß Herr Simon dabey einen Hauptumſtand verſehen habe. Er hatte nämlich die Mittelpunkte dieſer kleinen Kügelchen für die Mittelpunkte der elektriſchen Zurückſtoßung, wenn beyde gleichnamig und gleich ſtark elektriſiret ſind und durch Gewichte nur in kleinen Entfernungen von einander erhalten werden, genommen. Die Elektricität der Kugeln wirkt aber eine auf die andere vertheilend, und die Mittelpunkte ihrer zurückſtoßenden Wirkung liegen nahe bey den von einander abgewendeten Enden der geraden Linie durch ihre Mittelpunkte, oder in den am weiteſten von einander entfernten Punkten ihrer Oberflächen. Wenn

Digitized by Google

man hierauf ſieht, ſo verſchwindet die anſcheinende Uebereinſtimmung der Verſuche mit der Berechnung unter der Vorausſetzung, daß die elektriſche Zurückſtoßung im verkehrten einfachen Verhältniſſe der Entfernung ſtehe. Als Herr Simon dieſe Bemerkung des Herrn Gilbert erhalten hatte, führet er aber an, Verſuche auf andere Art angeſtellet zu haben, bey welchen elektriſche Vertheilung keinen Einfluß auf das Reſultat haben konnte, und es habe nun eine genaue Uebereinſtimmung bis auf die kleinſten Entfernungen zwiſchen Beobachtung und Berechnung nach ſeinem gefundenen Geſetze ſtatt gefunden. In einer andern Note macht indeß Herr Gilbert noch auf die Wage aufmerkſam, welche ſich Herr Simon zu ſeinen Verſuchen verfertiget hatte: eine aus an einander geſchmelzten Glasſtäbchen beſtehende Wage mit zwey angekitteten Glasfäden als Axe ſey nämlich immer nur ein unvollkommenes Inſtrument, mit dem ſich ſchwerlich bis auf $\frac{1}{250}$ Gran genau wiegen laſſe, der großen Geſchicklichkeit ungeachtet, welche Herr Simon beſonders bey Verſuchen im Kleinen beſeſſen habe. Er ſucht daher mit Recht andere Phyſiker aufzumuntern, des Herrn Simon's Verſuche mit neuern weit vollkommeneren Wagen aufs genaueſte zu wiederhohlen, um vielleicht durch directe Verſuche das Irrige in den Simon'ſchen Verſuchen aufzudecken, und dadurch jeden Zweifel gegen die Richtigkeit des Coulomb'ſchen Geſetzes zu widerlegen.

In Frankreich hatte man gegen das von Coulomb aufgefundene Geſetz nicht den geringſten Zweifel, und Herr Biot hat in ſeinem großen Werke über die Phyſik faſt die ganze wiſſenſchaftliche Anſicht von der Elektricität auf Verſuche mit Coulomb's Drehwage gegründet.

Inzwiſchen hatte Herr Prof. Parrot *) nach Herrn Simon auf eine andere Art Verſuche angeſtellet, um das wahre Geſetz der elektriſchen Wirkung in der Ent-

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik B. LX. S. 22. ff.

fernung aufzufinden. Die Verſuche mit der Coulomb'ſchen Drehwage gaben ihm das Geſetz, welches Coulomb gefunden hatte, jedoch bey weitem nicht mit der gehörigen Schärfe, indem Fehler von $\frac{1}{8}$ und mehr noch öfters vorkamen. Er glaubte daher, daß dieſe Fehler aus ſeinem Inſtrumente oder aus irgend einer andern Urſache herrühren möchten. Zur Anſtellung anderer Verſuche aber wählte Herr Parrot die unter dem Artickel: Batterie, galvaniſche, beſchriebenen vier Säulen aus 500 Paaren Zinkblättern und unächtem Goldpapier, welche er bis zum Maximum ihrer Wirkung befeuchtete, und bauete daraus zwey Säulen von 1000 Paaren, welche er oben mit gebogenen Drähten und hervorragenden meſſingenen Kügelchen von 3''' Durchmeſſer verſah, wovon die eine + E und die andere — E lieferten. Dieſen Kügelchen entgegen ſtellte er einen auf einer ſehr feinen Nadelſpitze horizontal ruhenden meſſingenen Hebel, deſſen nicht ſcharf zugeſpitzte Enden nach den Knöpfen der Säulen zugekehret waren, und die er mit meſſingenen Kügelchen von 3''' Durchmeſſer verſehen konnte, um Verſuche mit ſpitzigen und mit kugelförmigen Enden anſtellen zu können. Das Maximum der Entfernung der einen Kugel des Hebels von der gegenüber befindlichen der Säule maß er mit einem Dreyecke von ſteiſem Zeichenpapier, auf welchem willkührliche aber gleiche Eintheilungen angebracht waren, die er dann auf Pariſer Linien reducirte. So für die erſte Reihe der Verſuche. Für die zweyte nahm er eine Theilung, welche ein Multiplum der Pariſer Linie war, um nur ganze Zahlen in dem Maaße der Entfernungen zu erhalten. Die Beobachtungszeit dauerte 1 Minute.

Digitized by Google

1. Mit ſpitzigen Enden.

Maximum der Entfernungen	Zahl der Oscillation. beobacht.	Zahl der Oscillation. berechnet
$7\frac{1}{3}'''$	64	67
$8\frac{1}{3}$	57	59
$10\frac{2}{9}$	48	48
$11\frac{1}{3}$	44	43
19	27	26
24	21	20,6
36	13	13,7

2. Mit kegelförmigen Enden.

Maximum der Entfernungen	Zahl der Oscillation beobacht.	Zahl der Oscillation berechnet
$10'''$	18	18
9	21	20
8	23	$22\frac{1}{2}$
7	26	$25\frac{5}{7}$
6	31	30
5	36	36
4	44	45
3	60	60
2	85	90

Die zweyte Columne der Oscillations-Zahlen hat Herr Parrot nach dem Geſetze des umgekehrten Verhältniſſes der Entfernungen berechnet, welches ſich ſogleich aus wenigen vorläufigen Verſuchen ergeben hatte. In der erſten Reihe der Beobachtungen beträgt der größte Fehler $\frac{1}{19}$ und in der zweyten, wenn man die letzte Beobachtung wegläßt, $\frac{1}{20}$. Dieſen Fehler, ſagt Herr Parrot, werde man nicht zu groß finden, wenn man bedenke, daß bey einer ſolchen Vorrichtung es beynahe unmöglich ſey, die Drehungs-Ebenen des Hebels vollkommen durch die gerade Linie der Mittelpunkte der Kugeln der Säulen zu ſtellen, und daß demnach nicht blos die beabſichtigten horizontalen Oscillationen ſtatt finden, ſondern auch kleine vertikale, ſo daß der Stoß der kleinen Kugeln nur ſelten concentriſch ſey, und folglich die Rückwirkung durch die Elaſticität eben ſo ſelten ſich ſelbſt gleich ſeyn könne. So klein auch dieſe elaſtiſche Wirkung ſey, ſo habe ſie, und alſo auch ihre Ungleichheit Einfluß. Wir könnten daher den Satz, daß die poſitive und negative Elektricität durch ihre Anziehungen und Zurückſtoßungen Oscillationen erzeugen, deren Zahl ſich genau umgekehrt wie ihre Weiten verhalten, als Erfahrungsſatz aufſtellen.

Aus dieſem Erfahrungsgeſetze beweiſet ſogar Herr Parrot das Coulomb'ſche Geſetz der elektriſchen Anzie-

hungen und Abſtoßungen nach dem umgekehrten Quadrate der Entfernungen auf folgende Art:

1. Wenn eine Schwungmaſſe durch die Pole zweyer elektriſcher Säulen in abwechſelnde Oscillationen verſetzet wird, ſo verhält ſich die Anzahl der in gleichen Zeiten erzeugten Oscillationen umgekehrt wie die Weite der Oscillationen.

Alſo verhalten ſich die Größen der Oscillationen wie die Zeiten ihrer Dauer.

2. Es ſeyen A B und a b die Zeiten zweyer Oscillationen, und dieſe Zeiten in unendlich kleine Zeiträume getheilt. Durch jeden Theilungspunkt ziehe man Horizontallinien, welche die in dieſen Zeiten ſtatt habenden Geſchwindigkeiten (oder die in jedem Zeittheilchen durchlaufenen Wege) vorſtellen. Die Endpunkte derſelben werden irgend eine Linie beſtimmen, für jetzt gleich viel, ob gerade, oder krumm.

Da nun die Accelarationen in beyderley Oscillationen nach demſelben Geſetze ſtatt finden, ſo werden, wenn man homologe Punkte D F und d f auf den Zeiten nimmt, D E und F I in gleichem Verhältniße ſtehen als d e und f i, oder die Linien A C und a c ähnlich ſeyn.

3. Die vom Anfange an durchlaufenen Wege werden durch die Dreyecke A D E und a d e, A F I und a f i vorgeſtellt. Folglich hat man nach Satz 1. $\Delta ABC : \Delta abc = AB : ab$. Vermöge des Satzes 2 können die Dreyecke A B C und a b c durch das halbe Product der Baſis und Höhe nebſt einem gemeinſchaftlichen Coefficienten φ vorgeſtellet werden, welches φ das Accelerations-Geſetz ausdruckt, oder eine Function deſſelben iſt. Alſo hat man $\frac{AB \cdot BC}{2} \cdot \varphi : \frac{ab \cdot bc}{2} \cdot \varphi = AB : ab$. Folglich $BC = bc$, d. h. die am Ende der Oscillationen erhaltenen Geſchwindigkeiten ſind einander gleich.

4. Da dieſe gleiche Geſchwindigkeiten in ungleichen Zeiten erhalten worden ſind, ſo müſſen die einzelnen Acce-

Digitized by Google

lerationen in den unendlich kleinen Zeiten ſich in dieſen zwey Bewegungen verhalten umgekehrt wie die zwey Zeiten der Oscillationen, folglich nach Satz 1, wie die durchlaufenen Wege.

5. Es ſind die Kräfte, welche träge Maſſen um einen Mittelpunkt bewegen, im Verhältniſſe des Quadrats der Geſchwindigkeiten. Folglich verhalten ſich hier die bewegenden Kräfte nach Satz 4, umgekehrt wie die Quadrate der durchlaufenen Wege, oder der Größe der Oscillationen, oder der Entfernungen.

Herr Parrot hat den Satz 3, daß die zu Ende der Oscillationen erhaltenen Geſchwindigkeiten einander gleich ſind, empiriſch durch den Schall geprüft und wahr befunden. Zweyerley Oscillationen, deren Größe ſich wie 1 : 2 verhielten, und deren erſte 85, die andere 44 in der Minute waren, hörten in gleicher Entfernung auf hörbar zu werden, obgleich in kleinen Entfernungen die Stöße der zahlreichern Oscillationen lauter zu ſeyn ſchienen; er erklärer aber dies daraus, daß öfters wiederholte Schallempfindungen uns ſtärker vorkommen, als ſeltner wiederholte.

Uebrigens bemerket Herr Parrot, daß der Unterſchied zwiſchen dem Reſultate der Coulomb'ſchen Unterſuchungsmethode und der ſeinigen einerſeits, und dem Reſultate der Simon'ſchen Methode andererſeits, darin ſeinen Grund haben möge, daß jene Methoden den bewegten Körper während der Bewegung zum Maaße nehmen (denn der Hebel an der Drehwage ruhet nie), die letztere aber die Repulſion des ruhenden Körpers durch ein Gewicht mißt. Warum aber ein Unterſchied daraus entſtehe, begreiſe er nicht, und es ſey vorauszuſetzen, daß die Wegräumung dieſer Schwierigkeit uns einen neuen Aufſchluß über die Natur der Elektricität geben werde. Indeſſen glaube er, daß wir für jetzt bey unſern elektrometriſchen Verſuchen das Simon'ſche Geſetz unſern Berechnungen zum Grunde legen müſſen. Man müſſe ſeine Vernunft unter dem Gebote der Erfahrung gefangen nehmen.

Digitized by Google

Da es alſo bis jetzt noch nicht entſchieden iſt, nach welcher Funktion der Entfernung ſich die elektriſchen Anziehungen und Abſtoßungen richten, ob ſie im umgekehrten Verhältniſſe der einfachen Entfernung, oder des Quadrats der Entfernungen u. d. gl. ſtatt finden, ſo hat ſich noch kürzlich der Herr Ritter Jul. Conr. v. Yelin *) die Mühe gegeben, darüber neue Verſuche anzuſtellen. Die Schwingungen eines Pendels zwiſchen den Polen einer Zamboniſchen Säule ſchienen ihm zur Auffindung des Geſetzes beſonders geeignet zu ſeyn. Der Herr Verfaſſer hat ſich dieſerwegen vorzüglich damit beſchäftiget, durch ſehr ſtarke Säulen dieſer Art, und mit Befolgung aller möglichen Vorſicht, eine Reihe hieher gehöriger Verſuche anzuſtellen, welche demnächſt als Grundlage zu weitern Forſchungen über das Geſetz jener Kräfte auf eine vollkommenere Art dienen konnten, als von andern hieher gehörigen mit minder ſtarken Säulen angeſtellten Verſuchen wohl zu erwarten iſt. Er hat ſich dazu zweyer der akademiſchen Sammlung gehöriger Zamboniſcher Säulen aus der Werkſtätte des geſchickten Mechanikus Herrn Ramis in München bedienet. Jede enthält 5500 Platten oder Scheibchen aus Silberpapier, welches auf der Papierſeite mittelſt reinen Leinöhles mit guten fein geſtoßenen ſchwarzen Mangan-Oxyd eingerieben, und in der Sonne möglichſt ſtark getrocknet worden war. Die Kreisſcheibchen hatten acht Pariſer Linien im Durchmeſſer, und jede Säule von 5500 ſolcher Scheibchen iſt 20 Pariſer Zoll lang. Gleich nach Verfertigung derſelben zeigten ſie bey günſtiger Witterung eine außerordentliche Stärke. Wurden ſie auf einen Tiſch mit der Bodenplatte ableitend geſtellt, ſo

*) Verſuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniß der Zamboniſchen trocknen Säule. Eine öffentl. Vorleſung als Vorläuferin und Bruchſtück einer großen Arbeit zur Feyer des 61ſten Stiftungsgeſetzes der Königl. Bayerſch. Akad. d. Wiſſ. in der öffentl. Sitzung am 28. März 1820 gehalten. München 1820. 4. mit einer lithograph. Zeichnung.

gaben ſie ſelbſt im Sonnenlichte ſichtbare Funken, welche mit hörbarem Laute auf 3 Pariſer Linien weit überſprangen und im Finger ſcharf empfunden wurden. Die Funken erſchienen nach einer Pauſe von ½ Minute wieder in ihrem Maximum, welche hier die Säule bedurfte, um wieder ihre größte Spannung zu gewinnen. Eine ziemlich große Kleiſtiſche Flaſche wurde von einer wie von der andern Säule binnen 30 Sekunden ſo ſtark geladen, daß ſie ſtarke Funken und Erſchütterungen gab, die bis in die Bruſt gefühlet wurden. Eine an einem 3 Fuß langen Faden angehängte 3 Linien große Kugel machte Tag und Nacht hindurch ununterbrochene Schwingungen zwiſchen beyden Säulen bey einem an 12 Zoll betragenden Abſtande der Säulenknöpfe, und doch bey dieſem bedeutenden Vermögen gaben dieſe Säulen weder einzeln noch ſelbſt in ihrer Zuſammenkoppelung (in der ſie alſo eine Säule von 11000 Platten bildeten) auch nur die mindeſte Spur einer chemiſchan Wirkung. Dieſe Säule wurde nun gebraucht, um Verſuche über ihre Wirkung in verſchiedenen Abſtänden anzuſtellen, wobey ſich der Verfaſſer ſo wohl des gewöhnlichen Zamboni'ſchen Vertikalpendels, wie ihn Herr Azzalini im Jahre 1814 der Akademie in Münſter zuerſt überſandte, als auch eines von ihm ſelbſt dazu erfundenen und ſchweren Horizontal-Pendels, und eines eigenen Diſtanzmeſſers bediente. Dies horizontal ſchwingende Pendel, dem der Verfaſſer den Namen Oscillationslibelle ertheilet, iſt aus feinen Thermometerröhrchen zuſammengeſetzt, an deren einem Ende ein 2,7''' großes Kügelchen angeblaſen und dann verguldet worden iſt. Die Länge vom Mittelpunkte eines Achathütchens, vermittelſt deſſen dies Pendel auf einer Spitze ſich drehet, bis an den Mittelpunkt jenes Kügelchens beträgt 6 Zoll 4 Linien Pariſ. Maaß. Um dieſer Glasnadel regelmäßigere Schwingungen zu verſchaffen, hat er ſie mit kleinen horizontalen Flügeln aus Kartenpapier verſehen müſſen. Sie iſt ſo vollkommen äquilibrirt, daß ſelbſt Bogen von 150 bis 160 Grad völlig horizon-

tal und mit ruhigem Gange zwiſchen den Polen der Säule zu durchlaufen und ohne ſtarkes Anſchlagen an die Säulen ſelbſt von jedem Pole ſo eben ſich wieder zu erheben, und rückwärts zu entfernen vermag. Ihr Gewicht beträgt 153,5 Grane. Viel leichtere und kürzere Nadeln ließen ſich wegen der Kraft dieſer Säulen nicht anwenden, weil ſie von einem Pole zum andern gewaltſam geſchleudert wurden, und keinen ruhigen Gang annahmen. Den Abſtand der beyden Polarpunkte, an welchen das vergoldete Kügelchen bey ſeinen Schwingungen jedesmal anſtieß, genau zu beſtimmen, iſt unterhalb der Nadel ein eingetheilter Kreis angebracht, um deſſen Mittelpunkt (über welchem ſich zugleich der Ruhepunkt der Nadel befindet) ſich ein Paar Lineale drehen, auf welchen iſolirt zwey metallene Cylinderchen ſtehen, welche durch Dräthe mit den Polen der Säule ſelbſt in Verbindung geſetzet ſind, und durch Beyhülfe jener Lineale um einen beliebigen Winkel von einander entfernet werden können, ſo daß, wenn nun das Kügelchen des Pendels ſich zwiſchen dieſen Cylinderchen hin und her bewegt, ihr Abſtand ſelbſt genau durch den Bogen, den das Pendel beſchreibt, oder deſſen Sehne gemeſſen werden kann. Zugleich beſchreibt nun auch der Verfaſſer die Einrichtung des Zamboniſchen Vertikalpendels, deſſen er ſich zu einer Reihe von Verſuchen bedienet hat. Bey jeder Reihe von Verſuchen ſowohl mit dem horizontalen als vertikalen Pendel iſt auf dieſe Art genau beobachtet worden, wie viele Schwingungen das Pendel bey dieſem oder jenem Abſtande der beyden Polarpunkte, an welche das Kügelchen des Pendels jedesmal anſchlug, allemal innerhalb einer gewiſſen Zeit zurücklegte, und daraus iſt dann abgeleitet worden, wie viele Schwingungen es jedesmal in einer Minute machte. Bezeichnen wir z. B. jene Sehnen oder Abſtände in Pariſer Linien mit x, und die entſprechende Menge von Schwingungen mit y, ſo gab die erſte Reihe von Verſuchen mit dem Horizontalpendel folgende Werthe:

x)	125,7	97,1	77,1	59,6	41,1	21,7
y)	10,6	13,75	17,96	24,6	35,6	65,5

Man ſieht alſo hier ſogleich, daß die Werthe von y zunehmen, ſo wie diejenigen von x abnehmen, daß aber diejenigen von y weder im umgekehrten einfachen Verhältniſſe noch auch im umgekehrten der Quadratwurzeln von x ſtehen. Conſtruirt man auch eine Curve nach Ordnung jener Werthe von x, als Abſciſſen und der umgekehrten Reihe jener Werthe von y als dazu gehörige Ordinaten, ſo daß z. B. zu den Abſciſſen x = 125,7; 97,1 u. ſ. die ſenkrechten Ordinaten y = 65,5; 35,6 u. ſ. aufgetragen werden, ſo iſt die daraus ſich bildende Curve weder eine gerade Linie noch eine Parabel, wie es doch ſeyn müßte, wenn die Schwingungszeiten ſich umgekehrt entweder wie die Abſtände x oder wie ihre Quadratwurzeln verhielten. Nach welchem Geſetz die Ordinaten dieſer von dem Verfaſſer ſo genannten Oscillationscurve von den Abſciſſen abhangen, ſucht nun der Verfaſſer durch eine Interpolationsformel auszumitteln. Es ergiebt ſich, daß jene Ordinaten nach einer umgekehrten arithmetiſchen Reihe der fünften Ordnung fortlaufen, und alſo die Gleichung der Curve vom 5ten Grade ſeyn würde. Was aber nun eigentlich daraus für ein Geſetz der elektriſchen Anziehung oder Abſtoßung zwiſchen den beyden Polarpunkten nach Maaßgabe ihres Abſtandes zu folgern ſeyn möchte, damit jedem Abſtande diejenige Menge von Schwingungen des Pendels entſpreche, als nach der Beobachtung gefunden worden iſt, iſt eine Frage, welche vielleicht der Herr Verfaſſer im größern Werke entwickeln wird.

Aus allen dieſen angeführten Bemühungen geht hervor, daß das Geſetz, welches Herr Coulomb gefunden haben wollte, und als allgemein wahr anerkannt ward, ſo einfach und natürlich es auch zu ſeyn ſcheinet, noch Zweifeln unterworfen iſt.

(Zuſ. zu S. 302. Th. VI.). Gegen den von Herr Remer hier angeführten Verſuch in 1. iſt angeführet

worden, daß die Erſcheinung, daß nämlich bey einer ſchwachen Elektricität der Funken in den poſitiv elektriſirten Körper hinein, ſo wie aus dem negativ-elektriſirten heraus zu fahren ſcheine, ein optiſcher Betrug geweſen ſey. Herr Remer *) bemerket aber dagegen, daß er gern dieſer Meinung beyſtimmen wollte, wenn er der Einzige wäre, der dieſe Beobachtung gemacht hätte. Allein er ſey im Beyſeyn mehrerer unpartheyiſcher Zeugen mehrere Male wiederholet worden und zwar mit demſelben von ihm angeführten Erfolge. Am auffallendſten und unläugbarſten zeige ſich dieſe Erſcheinung bey geriebenen Glasröhren. Hier brechen nämlich zwey bis 3 zöllige Funken aus dem genäherten Fingerknöchel hervor, und begeben ſich nach dem Glaſe hin: begreifen könne er dieſe Sache bis jetzt noch nicht.

Das Ausſtrömen eines Strahlenbüſchels aus einem auf dem negativen Conduktor befeſtigten feinen Drahte gab Herrn Remer zu einem merkwürdigen Verſuche Gelegenheit. Es ſtelle nämlich (Fig. 39.) A den poſitiven, und B den mit dem Reibzeuge einer Elektriſirmaſchine verbundenen negativen Conduktor vor; beyde ſind iſolirt. C und D ſind geſchärfte Drähte, welche auf die Conduktoren geſteckt ſind; und EF iſt ein gebogener Draht, der iſolirt über dem Cylinder der Maſchine ſo aufgehängt iſt, daß das Ende E deſſelben von der Spitze C, und das Ende F von der Spitze D nur 1½ Zoll abſteht. Wird nun der Cylinder der Maſchine in Bewegung geſetzt, ſo zeigt ſich auf der Spitze D ein Strahlenpunkt, an F ein Büſchel, an E ein Punkt, an C ein Büſchel; und hat man beträchtliche Entwickelung der Elektricität, ſo iſt beym plötzlichen Stillſtehen des Cylinders jedesmal an D und E das Ausſtrömen eines kleinen Strahlenbüſchels mit lautem ziſchenden Geräuſche wahrnehmbar.

Es iſt nun aber bekannt, daß der Strahlenbüſchel jedesmal die Gegenwart poſitiver, der leuchtende Punkt

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVII. S. 15. ff.

Digitized by Google

jedesmal die Gegenwart der negativen Elektricität in demjenigen Körper andeutet, aus welchem dieſe Lichterſcheinung hervortritt. Mithin muß der Draht E F an ſeinen beyden Endpunkten entgegengeſetzte Elektricitäten und in einer Gegend zwiſchen den Punkten E und F (ſeinen Polen) eine Stelle haben, wo er keine elektriſchen Erſcheinungen mehr giebt (einen Indifferenzpunkt). Dieſen Punkt konnte Herr Remer durch kein Elektrometer finden; brauchbarer war dazu die einfache Kugel aus Hollundermark, welche an einem ſeidenen Faden iſolirt erſt poſitiv dann negativ elektriſirt wurde, und im erſten Falle von allen Punkten des Drahtes zwiſchen F und I abgeſtoßen, in I aber angezogen, im zweyten von den Punkten zwiſchen E und I abgeſtoßen in I aber wiederum angezogen wurde. Da nun I eine Anziehung zu ± E hat, ſo kann es ſelbſt nur o E beſitzen. Die Punkte zwiſchen E und I zogen die poſitiv elektriſirte, die Punkte zwiſchen I und F die negativ elektriſirte Kugel an. Dieſer Verſuch gab einen neuen Beweis des Fundamentalſatzes der Elektrologie, daß gleichnamige Elektricitäten ſich abſtoßen, ungleichnamige ſich anziehen.

Nun wurde der Apparat dahin abgeändert, daß die Drähte D und F mit einander verbunden wurden. Alsdann war der ganze Draht D E F negativ elektriſirt, und in E erſchien ein leuchtender Punkt. Hierauf wurde der Conduktor B mit dem Fußboden verbunden, und die Verbindung zwiſchen D und F aufgehoben, und dann elektriſirt. Jetzt war in Anſehung der Lichterſcheinung alles wieder wie bey dem vorigen Verſuche; als nun aber der Indifferenzpunkt auf die vorhin beſchriebene Art geſucht werden ſollte, war er nicht mehr in I, ſondern der Draht war von F bis x poſitiv elektriſirt, von x bis E hingegen negativ, und der Indifferenzpunkt lag in x. Als darauf der Conduktor A mit dem Fußboden in Verbindung gebracht, und B wieder iſolirt wurde, ſo fand ſich, bey fortdauernden gleichen Lichterſcheinungen der Draht zwi-

ſchen E und y negativ, zwiſchen y und F poſitiv. Folglich war nun y der Indifferenzpunkt.

Dieſe Verſuche brachten Herrn Remer auf den Gedanken, daß die Lichterſcheinung, wie bekannt, welche wir an Drahtſpitzen wahrnehmen, die einem elektriſirten Körper entgegen gehalten werden, Zeichen von Elektricität in dieſen Spitzen ſelbſt ſind. Um ſich davon zu überzeugen, ſtellte er noch folgende Verſuche an:

1. Er iſolirte einen Draht und näherte ihn dem poſitiv elektriſirten Conduktor ſo weit, daß ſich auf ſeiner Spitze ein Lichtpunkt zeigte. Jetzt unterſuchte er ſeine Elektricität mit einem negativ-elektriſirten Hollundermarkkügelchen, und fand, daß dieſer Draht die Kugel abſtieß. Nachdem er ihn aber aus der Atmoſphäre des poſitiv-elektriſirten Conduktors weggenommen hatte, zog er die Kugel an.

2. Das nämliche, aber umgekehrt, erfolgte bey dem negativ-elektriſirten Conduktor.

3. Ein dem poſitiven Conduktor genäherter Draht zog ein poſitiv-elektriſirtes, ſo wie ein dem negativen genäherter, ein negativ-elektriſirtes Kügelchen an, ſo lange ſich die Drähte in der Atmoſphäre des Conduktors befanden.

4. Alle dieſe Verſuche gelangen eben ſo, wenn der Draht von einer iſolirten Perſon, ja auch dann, wenn er von einer nicht iſolirten gehalten wurde.

Bey dieſen Verſuchen iſt es dem Herr Remer noch ungewiß, ob der Draht, welchen er zu den Verſuchen gebrauchte, ſein ∓ E durch ungleiche Vertheilung, oder durch wirkliche Mittheilung oder Entziehung von Elektricität erhalten habe. Das erſtere ſollte man wohl glauben, indem er ſogleich o E zeigte, als er aus der Atmoſphäre des Conduktors gebracht wurde. Allein er könne auch, da er ziemlich zugeſchärft geweſen, dieſe Elektricität der Einſaugung aus der Atmoſphäre verdanken.

Herr Knoch ſuchte die vom Herrn Remer angeführten Verſuche (S. 301. Th. VI.) nach dem dualiſtiſchen Syſteme zu erklären. Was nämlich die Erſcheinung betrifft, daß eine Lichtflamme an die Spitze eines negativ-elektriſirten Drahtes nahe genug gebracht von derſelben angezogen wurde, da ſie vorher in gehöriger Entfernung zurückgeſtoßen, und eben ſo gut, wie an einer poſitiv-elektriſirten Drahtſpitze, ausgelöſchet ward; ſo bemerket Herr Prof. Knoch, daß bey der Annäherung der Lichtflamme an die negative Spitze des Drahtes derſelben durch Remers Körper und durch die Kerze + E zugeführet worden wäre, welches von dem — E der Spitze angezogen und aufgenommen ſey.

In Anſehung der Verſuche des Herrn Remer mit den Funken poſitiver Conduktoren führet Herr Knoch an, daß er dieſelben ſehr oft beobachtet habe; ihre Erklärungen hätten aber gar keine Schwierigkeit. Der Funken gehe ſowohl aus dem Conduktor in den Knöchel der Finger und in die Kugel des Ausladers, als aus dieſen in den Leiter über; zuweilen befinde ſich beydes zuſammen. Es komme zugleich ein Funke aus dem Leiter und einer aus dem Knöchel und dem Auslader, wenn man dieſen gebrauche. Eigentlich genommen müßten beyde Funken allemal erfolgen; ſie vereinigten ſich mit einander. Man müſſe nur beſonders im Dunkeln auf die Farben des aus dem Leiter gezogenen Funkens Acht geben. Es finde ſich allemal eine Stelle darin, welche violett ins Kupferfarbige übergehend erſcheine, das Uebrige habe die gewöhnliche Feuerfarbe. An der Stelle, wo jenes Violett erſcheine, vereinigten ſich die aus dem Leiter und dem Auslader hervorſpringenden Funken. Dieſe Stelle finde ſich nicht immer an einem und demſelben Orte. Bald zeige ſich dies Violett in der Mitte, bald dem Leiter, bald der Hand oder dem Auslader näher.

Wenn der poſitive Conduktor iſolirt ſey, das Reibzeug aber mit dem Fußboden in Verbindung, ſo gehe das — E durch dieſen in Remers Körper über, und

durch ſeine Hand wieder zu dem + E des poſitiven Conduktors. Wäre nun das — E ſtärker als das + E, ſo ſehe man den Funken aus dem Fingerknöchel in den Leiter überſpringen, oder wenn aus beyden ein Funke komme, ſo finde ſich die violette Farbe in dem Funken näher gegen den Conduktor. Wäre das + E ſtärker, als das — E, ſo erfolge das Gegentheil. Wären beyde von gleicher Stärke, ſo komme ein gleicher Funke aus der Hand oder dem Auslader und dem Leiter zugleich, und die violette Farbe erſcheine in der Mitte des ausbrechenden Funkens. Wegen der großen Geſchwindigkeit laſſe ſich dies bey jedem ausgezogenen Funken nicht gut beobachten, am beſten im Dunkeln, und bey öfterer Wiederholung des Verſuchs.

Sowohl das Ausſtrömen einer Flüſſigkeit, als das Ausbrechen und Entſtehen eines Funkens bey dem negativen Conduktor zeige uns deutlich, daß eine Materie ausgehe, aber nicht, daß ſie aufgenommen werde, ob letzteres gleich eben ſo wie dem poſitiven Leiter geſchehen könne; denn beyde Leiter nähmen die entgegengeſetzte Elektricität auf. Hieraus laſſe ſich nun ſehr leicht einſehen, woher es komme, daß, wenn man einen Körper in die Nähe eines elektriſirten Körpers bringe, in demſelben die entgegengeſetzte Elektricität rege werde, welches man, wie bekannt, gewöhnlich Vertheilung zu nennen pflege. Man dürfe dieſe Körper nun als Leiter betrachten, die die entgegengeſetzte Elektricität herbey führten.

Was nun noch den letzten Verſuch des Herrn Remer betrifft, ſo ſucht Herr **Knoch** ſelbigen auf dieſe Art zu erklären: So lange die Maſchine beweget wurde, ſtrömte das — E aus der mit dem negativen Leiter verbundenen Drahtſpitze aus, wie gewöhnlich, in Geſtalt eines leuchtenden Punktes oder Sternes. Dies Ausſtrömen mußte natürlich nachlaſſen, ſobald der Cylinder nicht mehr beweget wurde, und der darauf erfolgte Strahlenbüſchel ſey nicht aus der Spitze gekommen, ſondern in dieſelbe

eingegangen. Es war + E, welches ſich wieder mit dem im negativen Leiter befindlichen — E verband, und aus dem nahe befindlichen Körper, auch aus der Atmoſphäre, durch das ſtarke — E des Leiters angezogen wurde. Bey ſchwacher Wirkung der Maſchine habe das — E des negativen Leiters nicht die Kraft, ſolches auf eine ſo ſichtbare Art an ſich zu reißen, obgleich dies gewiß auf eine uns unmerkliche Art geſchehe.

In Anſehung der Erſcheinung des Windbüchſenlichtes, worauf Herr Remer zuerſt aufmerkſam machte, haben die Phyſiker in den neuern Zeiten verſchiedene Anſichten gehabt. Herr Remer ſelbſt hielt ſie anfänglich für ein elektriſches Phänomen. Auch den Herren Weber und Wolff ſchien dies Licht elektriſcher Natur zu ſeyn, und letzterer ſuchte ſogar die Entſtehung der Elektricität durchs Reiben der mit Oehl geſchwängerten Luft an der reinen abzuleiten (M. ſ. Th. VI. S. 309.). Herrn Remer ſcheint es aber nicht wahrſcheinlich zu ſeyn, daß die Windbüchſenlicht-Erſcheinung auf dieſe Weiſe bewirket werde. Denn

1. ſey das Licht, welches hier entwickelt werde, ſo beträchtlich, daß man dabey eine ſtarke elektriſche Spannung wahrnehmen müßte, wenn es von Elektricität entſtünde, und daß der ſchlechte Leiter, welcher hier vorhanden ſey (der Oehldunſt), ſie nicht ganz und auf einmal ableiten könnte.

2. Schwerlich möchte die Reibung des Oehldunſtes (denn Luft reibe ſich nicht an Luft) an der Luft im Stande ſeyn, eine ſo ſtarke Elektricität zu erzeugen, als hier vorhanden ſeyn müßte, wenn dies Licht elektriſch wäre.

3. Die Urſachen, welche die Elektricität, Herrn Wolff's Meinung gemäß, erzeugen ſollten, bleiben in der mit Luft gefüllten eingeöhlten Windbüchſe beſtändig, allein die Intenſität des Lichtes nehme in dem nämlichen Verhältniſſe ab, in welchem die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe abnehme. Anfänglich ſehe er, wenn er mit 250 Kolben-

Digitized by Google

zügen die in ſeiner Windbüchſe befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condenſation möglichſt nahe gebracht habe, einen faſt fußlangen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, welcher ſein ganzes ziemlich geräumiges Zimmer ſchwach erleuchte. Mit jedem Schuſſe nehme aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch ſtark genug ſey, eine Kugel in ein tannenes Brett, in einer Entfernung von 30 Schritten auf einen Zoll tief hineinzutreiben, ſo ſey das Licht ein bloßes bläuliches Flämmchen an der Spitze des Rohres, welches beym nächſten Schuſſe ganz verſchwunden ſey. Dies dürfte nicht der Fall ſeyn, da hier die reibenden Kräfte noch eben ſo groß wären.

4. Man ſehe dieſe Erſcheinung nicht bey allen Windbüchſen, ſondern nur bey einigen, welches er ſelbſt bemerkt habe, und von Herrn Gilbert beſtätiget ſey. Allein alle metallene Windbüchſen ſeyn eingeöhlt; folglich müßten ſie, hätte Wolff Recht, alle dieſe angebliche Elektricität erzeugen.

Dieſe Zweifel zuſammen genommen mit der völligen Unmöglichkeit, dabey eine Spur von Elektricität ſinnlich wahrnehmbar zu machen, zwingen ihn eine andere Erklärung des Windbüchſenlichtes zu ſuchen, wovon folgende Thatſachen vielleicht die Materialien enthielten:

1. Deparcieux bemerkte, daß, wenn man die ſo genannten Petarden der Barometermacher, (kleine ſehr dünn geblaſene, faſt luftleere Kugeln welche bey der leiſeſten Erſchütterung mit Knallen zerbrechen) im Dunkeln zerſprengt, ſie dann einen Lichtſchein von ſich geben.

2. Derſelbe ſah, daß, wenn im Guericke'ſchen Vacuo eine luftvolle dünn geblaſene Glaskugel zerbrochen wurde, ſich Licht wahrnehmen ließ.

3. Daſſelbe erfolgt beym Abſchleßen der Windbüchſe.

4. Wenn man die Luft unter der Glocke der Luftpumpe verdichtet, nachdem man das Rohr, durch welches der Raum der Glocke mit dem Cylinder verbunden iſt, mit

einem Waſſertropfen verſehen hat, und dann die Luft ſchnell durch dieſes Rohr entweichen läßt, ſo gefriert das Waſſer an dem Rohre zu Eis. Es wird folglich bey dieſer Verdünnung der Luft Wärme gebunden.

5. Wenn man in die Condenſationsglocke ein empfindliches Thermometer hängt, ſo ſteigt das Queckſilber in demſelben während des Condenſirens um einige Grade, und fällt beym raſchen Austreten der Luft ſchnell viel tiefer herab, als es vor dem Verſuche ſtand. Die Condenſation der Luft macht alſo Wärme frey.

6. Wenn man unter dem Recipienten der Luftpumpe die Luft beträchtlich vermindert, nachdem ein ſehr empfindliches Thermometer in demſelben angebracht iſt, ſo fällt das Queckſilber um einige Grade, und ſteigt wieder, wenn man die Luft aufs neue zutreten läßt, oft höher, als es vor dem Verſuche ſtand. Hier wird folglich durch die Verdünnung der Luft Wärme gebunden.

Vergleichen wir nun, ſagt Remer, die Lichterſcheinungen mit den Wärmephänomenen, ſo nehmen wir eine ſonderbare Uebereinſtimmung dabey wahr, indem überall, wo dichtere Luft ſchnell in einem größern Raum ausgedehnet wird, Kälte und Licht erſcheinen. Faſt ſollte man daher bewogen werden zu glauben, daß dieſe beyden, ſo oft neben einander exiſtirenden, ſo oft mit einander verwechſelten, und ſo oft für einander entgegen geſetzt gehaltenen Weſen, wenn ſie materiell ſind, wirklich einander entgegengeſetzt ſind, und daß Gebundenwerden von Wärmeſtoff eine ihm proportionale Menge von Lichtſtoff auszuſcheiden vermöge.

Will man indeß von dieſer Coexiſtenz die Cauſalverbindung dieſer beyden Phänomene nicht ableiten, ſo kann man vielleicht eine andre Erklärung derſelben in der veränderten Dichtigkeit finden. Vielleicht hat nämlich die Luft, je dichter ſie iſt, eine deſto ſtärkere Kraft, den Lichtſtoff mit ſich zu verbinden und chemiſch zu vereinigen. Wenigſtens rückt die Luft bey einer ſolchen gewaltſamen Verdichtung in einen ſehr kleinen Raum zuſammen, wel-

chen ſie vorhin mehrere Malen auszufüllen im Stande geweſen ſeyn würde. Daſſelbe thut auch das Licht, welches materiell und chemiſch gebunden, in dieſer Luftportion enthalten iſt. Wenn aber dieſer Luft ein Ausweg geſtattet wird, ſo dehnet ſie ſich ſchnell in einen größern Raum aus, wobey ihre Capacität für die Wärme vermehrt, aber zugleich auch der bisher zuſammengepreßte Lichtſtoff in heftige Bewegung geſetzt, mithin ſichtbar gemacht wird; wenn anders leuchtendes, ſichtbares Licht Bewegung des Lichtſtoffes im Raume iſt.

Herr Gilbert bemerket hiebey, daß es merkwürdig wäre, wenn das Licht in dieſem Falle ein umgekehrtes Verhalten mit der Wärme haben ſollte. Aber dann müßten, wie es ſcheine, alle Windbüchſen, in welchen die Luft gehörig ſtark verdichtet iſt, beym Abſchießen leuchten. Oder ſollte vielleicht die Dimenſion des Laufs und des Ventils darauf Einfluß haben können?

Inzwiſchen war um dieſe Zeit das Windbüchſenlicht auch in Frankreich und England bekannt geworden, wie folgende Notiz aus Nicholſon's journal, April. 1803. p. 280. beweiſet. Pictet hatte nämlich an Tilloch berichtet, ein gewiſſer Mollet aus Lyon habe dem Nationalinſtitute am 29ten Dec. 1802 einen Aufſatz vorgeleget, über eine leuchtende Erſcheinung, die ſich beym Losſchießen einer Windbüchſe im Dunkeln zeigt, welches Pictet für eine noch unbemerkte Sache hält. Allein ſchon vor 1½ Jahre brachte Herr Fletcher dieſes in London in einer Geſellſchaft zur Sprache, welche ſich damals wöchentlich bey Nicholſon verſammlete, um ſich über phyſikaliſche Gegenſtände zu unterhalten. Es entſtanden darüber mehrere Discuſſionen, was der Grund ſey, ob Elektricität, Capacitätsveränderung in der ſich ausdehnenden Luft, und es wurde darüber eine Reihe von Verſuchen beſchloſſen, welche aber nicht zur Ausführung gekommen ſind. Herr Mollet in Frankreich hatte, ob auf Veranlaſſung dieſer leuchtenden Erſcheinung beym Losſchießen einer Windbüchſe, oder nicht, dem Natio-

nalinſtitute angezeigt, daß er verbrennliche Körper, als Schwamm u. dgl. in einer Compreſſionspumpe durch einen ſchnellen Stoß des Stempels zum Zünden gebracht habe. Aus dieſer Entdeckung entſtand nachher das ſogenannte pnevmatiſche Feuerzeug, mit welchem ſehr wahrſcheinlich die Erſcheinung des Windbüchſenlichtes in der genaueſten Verbindung ſtehet. M. ſ. Feuerzeug, pnevmatiſches.

(Zuſ. zu S. 909. Th. I.). Im Jahre 1800 entdeckte Volta die galvaniſche Batterie, durch welche erſt in den neueren Zeiten die wichtigſten Entdeckungen beſonders in der phyſiſchen Chemie ſind gemacht worden. Man wurde nun überzeuget, daß die Elektricität nicht allein wirkſam iſt, Zuſammenſetzungen hervorzubringen, ſondern auch ſchon beſtehende zu zerſetzen. Man hatte zwar eine ziemlich lange Zeit geſtritten, ob die ſogenannte galvaniſche Elektricität mit der gewöhnlichen identiſch ſey, oder ob beyde verſchiedene Eigenſchaften beſäßen, obgleich vielfältig bewieſen wurde, daß mit der gewöhnlichen Elektricität dieſelben Zerſetzungen, wie mit der galvaniſchen durch die Batterie bewirket wurden. Endlich aber gab den ſchönſten Beweis für die Identität der galvaniſchen und der gewöhnlichen Elektricität die Entdeckung der ſogenannten trockenen Säulen, von welchen ſchon früher Behrend die Möglichkeit gezeiget, Zamboni aber im Jahre 1814 am vollkommenſten zur Wirklichkeit gebracht hatte.

Alle dieſe überaus wichtigen Entdeckungen, welche mit Hülfe der galvaniſchen Batterie ſind gemacht worden, werden in den dahin gehörigen eigenen Artikeln kürzlich angeführet werden.

Auch hatte man ſchon lange vermuthet, daß die Elektricität und der Magnetismus ſo zu ſagen einerley Urkräfte wären. Der erſte, welcher ſich beſonders damit beſchäftigte, durch Verſuche dieſe Vermuthung zu beſtätigen, war Herr Ritter; allein dieſe wichtige Entdeckung

wurde erſt im Jahre 1820 durch den Herrn Prof. Oerſtedt gemacht. M. ſ. Magnet.

(Zuſ. zu S. 922. Th. I.) Herr Lars Ekmark *) hat aus mehreren von ihm angeſtellten Verſuchen es wahrſcheinlich zu machen geſucht, daß es wirklich zwey verſchiedene elektriſche Materien, nämlich + E, und — E gebe. Er wollte einmal verſuchen, die Elektricität über die Oberfläche ſchlechter Leiter zu führen; unter andern über Glas, das mit Metallſpänen beſtreuet war. Der Schlag bildete auf dieſem Glaſe ein ſchönes Lauffeuer im Zickzack; dadurch wurden die Feilſpäne wie aufgepflügt, und auf die Seite geworfen, und an dem innern Rande des Weges, den der Schlag genommen hatte, zeigten ſich auf der Glasfläche kleine glänzende Punkte, dicht neben einander, welche bey Meſſingſtaub weiß, und durch kein Mittel von einander zu trennen waren. Dies veranlaßte ihn, ſtatt der Leiter nicht leitende Pulver zu nehmen, und ſtellte damit folgende beſonders wichtige Verſuche an.

1. Eine auf einer Seite belegte Glastafel wurde auf der unbelegten Seite mit Schwefelblumen beſtreuet, eine poſitiv geladene Flaſche von $\frac{1}{4}$ Quadratfuß Belegung vorſichtig darauf geſtellt, und darauf der Knopf der Flaſche mit einem Leiter berührt. Das Pulver auf der Glastafel ſetzte ſich von der Flaſche aus in Bewegung und legte ſich rund um, in Geſtalt von Lappen oder Wellen mit gleichen Kanten an, die um ſo ſtärker, deutlicher und weiter ausfahrend waren, je ſtärker die Flaſche geladen war.

2. Derſelbe Verſuch wurde mit einer negativ geladenen Flaſche wiederholet. Nun ſetzte ſich das Pulver von der äußern Seite in Bewegung, und legte ſich in Figuren, welche an Weite und Geſtalt ungefehr den vorigen Wellen gleich kamen; ſtatt der gleichen Kanten aber zeig-

*) Aus den Konigl. Vetensk. Akademia Nya Handlingar, Stockholm. 1800. 2tes Quart. ausgezogen vom Profeſſ. Droyſen in Greifswald. in Gilbert's Annalen. B. XXIII. S. 431.

ten ſich ausſchießende Strahlen oder Zweige. Dieſe Ungleichheit ſcheint mit der Verſchiedenheit des Lichtes beym Ausſtrömen entgegengeſetzter Elektricitäten aus Spitzen einerley Urſache zu haben.

3. Die Glasſcheibe war wie zuvor eingerichtet, die aufgeſetzte Flaſche poſitiv geladen, und der Knopf derſelben wurde mit einem iſolirten Auslader berühret, deſſen anderer Knopf ſo weit von der Flaſche auf die Tafel gelegt war, daß die Entladung nicht erfolgen konnte. Das Pulver legte ſich jetzt um die Flaſche in Wellen, und um den Knopf des Ausladers in Strahlen, welche ſtark gegen einander ſchoſſen, ſich aber doch nicht berührten. Die Figuren litten hierbey, je nachdem die Flaſche ſtärker oder ſchwächer geladen war, einige Veränderungen. Gebrauchte er einen nicht iſolirten Auslader, ſo erfolgte daſſelbe: doch ſchienen die Figuren um den Knopf des Ausladers ſchwächer und kürzer zu ſeyn. Hatte der Auslader eine Spitze und erfolgte die Entladung langſam, ſo giengen doch die Wellen von der Flaſche aus.

4. Derſelbe Verſuch mit einer negativ geladenen Flaſche wiederholt gab dieſelben Reſultate auf die entgegengeſetzte Weiſe.

5. Der dritte Verſuch wurde mit der Abänderung wiederholt, daß der Knopf des Ausladers näher an die Flaſche, nur 2 bis 3 Zoll von ihr entfernt geſetzt, und ſo die Entladung bewirkt wurde. Nun waren die Wellen von der Flaſche, und die Strahlen von dem Entlader gegen einander geſtoßen, hatten ſich berührt, und der Schlag hatte durch Auseinanderpflügen der Schwefelblumen einen Weg in Zickzack gebildet, der, ſo lange er durch die Wellen lief, ſchmaler als in den Strahlen war, wo ſeine Breite 1½ bis 2''' betrug. In der Mitte blieb ein ſehr ſchmaler blaßgrauer Rand, vermuthlich von den geſchmolzenen Schwefelblumen, welcher in dem Vereinigungspunkte der Wellen und Strahlen abgebrochen oder in eine Menge feiner Striche getheilet war.

Digitized by Google

War die Entfernung des Knopfes von der Flaſche noch geringer, ſo gieng der Schlag verſchiedene Wege, welche ſich zuweilen recht ſchön in mehrere kleinere theilten, die alle die nämliche Erſcheinung zeigten.

6. Mit einer negativ geladenen Flaſche erfolgte das nämliche, aber umgekehrt. Nothwendig iſt es, daß die Scheibe unten belegt ſey, ſonſt erſcheinen gar keine Figuren weder auf der poſitiven noch auf der negativen Seite, und die Entladung geſchiehet in einem wenig größern Abſtande zwiſchen Flaſche und Entladungsknopf, als wenn das Glas gar nicht gepudert wäre. Aber der aufgepflügte Weg und deſſen Erſcheinungen ſind dieſelben.

Aus dem oft wiederholten Verſuche folgt ohne Zweifel, daß die Schwefelblumen ſowohl von der poſitiven als negativen Seite der geladenen Flaſche in Bewegung geſetzet werden. Dieſe Bewegung läßt ſich nach Ekmark wohl nicht gut anders, als durch ein Ausſtrömen einer Materie, ſowohl aus der + E als — E Seite erklären, und es iſt wahrſcheinlich, daß es zwey elektriſche Materien giebt, von welchen keine ruhend iſt, ſondern die beyde bey Erſcheinung eines Funkens gegen einander ſtrömen. Dieſes Zuſammentreffen geſchieht nach folgenden Geſetzen:

1. Wenn der Leiter, wodurch die Flaſche entladen wird, unterbrochen iſt, wenn man auch den feinſten Metalldraht dazu nimmt, ſo erſcheint auf der beſtaubten Glasſcheibe gar keine Figur.

2. Iſt der Entlader auf der Stelle unterbrochen, ſo geſchieht das Zuſammentreffen genau in der Mitte der Unterbrechung, wenn beyde Elektricitäten an beyden Seiten gleichen Widerſtand finden, d. h. wenn die Enden an beyden Seiten gleich ſtumpf ſind; ſonſt näher dem ſtumpfen zu; und wenn das eine Ende ſpitzig und das andere ſtumpf iſt, ſo geſchiehet das Zuſammentreffen gegen die Ebene des ſtumpfen Endes zu.

Alles daſſelbe ereignet ſich, wenn ſtatt der völligen Unterbrechung eine ſchlechte Leitung, z. B. Feilſpäne auf

Glas geſtreuet, da iſt. Dann geſchiehet das Zuſammentreffen auf dem ſchlechten Leiter, aber nicht in einem Punkte; denn beyde Enden befinden ſich, eines mit Wellen, das andere mit Strahlen umgeben; um den Vereinigungspunkt aber liegt der Staub ungerührt. Uebrigens, je ſtärker die Ladung und je größer der Abſtand iſt, deſto größer ſind auch die Figuren, welche auf ihrer Seite die Theile des Leiters, zunächſt der Unterbrechung, umgeben.

3. Wenn mehrere und zwar gleiche Unterbrechungen da ſind, ſo theilen ſich beyde Elektricitäten unter ſich gleich, ſo daß, wenn die Zahl der Unterbrechungen gerade iſt, das Zuſammentreffen in der Mitte des Leiters, und wenn ihre Anzahl ungerade iſt, in der mittleren Unterbrechung geſchieht.

4. Wenn die Unterbrechungen ungleich ſind, ſo ſcheinen ſich beyde Elektricitäten doch ſo unter einander zu theilen, daß die Summe der zu überwindenden Widerſtände an beyden Seiten gleich iſt. Dieſer Umſtand kann zu bedeutenden Aufklärungen Anlaß geben.

5. Der dritte und vierte Punkt gelten nur dann, wenn die Länge des Leiters zu beyden Seiten und zwiſchen den correſpondirenden Unterbrechungen gleich iſt. Wird dies nicht in Acht genommen, ſo bemerkt man einige Abweichungen.

Die negative Elektricität ſcheint nach allem dieſen nicht träger und leidender als die poſitive zu ſeyn.

Wie ſteht es aber nun mit den Beweiſen, welche für die Franklin'ſche Theorie angeführet werden? Dieſe laſſen ſich nach **Ekmark** in zwey Claſſen theilen:

Die erſte Claſſe dieſer Beweiſe iſt von den Erſcheinungen des elektriſchen Lichtes hergenommen. Alle dieſe Beweiſe, ſagt **Ekmark**, möchten wohl wenig Gewicht haben. Die meiſten beruhen auf dem Urtheile des Auges; und wie ſonderbar iſt es, daß es dem einen ſcheint, der Funke gehe aus dem elektriſchen Leiter, dem andern, er gehe in denſelben, weil ſie glauben, eins von beyden

ſey nothwendig, indeß wir wiſſen, daß keins von beyden ſtatt habe, ſondern daß ein Funke ſowohl aus dem elektriſirten Conduktor, als aus dem genäherten Leiter ausgehe, wenn keiner von beyden ſpitz iſt. Denn was nach dem Vorhergehenden bey Entladung einer Flaſche zutrifft, gilt im allgemeinen auch von dem Kniſterfunken, weil dieſer nie durch ein Mittel hindurch gehen kann, ohne daß daſſelbe vorher geladen iſt. Ueberdieß kann man oft an dem Kniſterfunken ſehen, daß er an den Enden beyder Leiter dicker, und in der Mitte ſchmäler, ja bisweilen ganz abgebrochen iſt, welches ſchon Kratzenſtein bemerkte.

Die zweyte Claſſe der Franklin'ſchen Beweiſe iſt von der Bewegung der Lichtflamme und eines Korkkügelchens, durch welche ein Schlag geleitet wird, hergenommen. Ekmark hat dieſen Verſuch mit aller möglichen Sorgfalt angeſtellt, aber einen ganz andern Erfolg erhalten. Denn die gegen das Ende eines elektriſirten Leiters gehaltene Lichtflamme wich ſowohl bey negativer als poſitiver Elektricität zurück, und wenn er in der Entladung einer poſitiv oder negativ geladenen Flaſche zwiſchen die unterbrochene Leitung eine Lichtflamme brachte, wurde das Licht in keine zitternde Bewegung geſetzt; er bemerkte keine Neigung nach irgend einer Seite, außer daß ſie an beyden Seiten mehr nach unten gedrückt wurde, ſo daß ſie ſich nach beyden Seiten ausdehnte, welches uns nicht wundern dürfe, wenn wir bedenken, daß beyde E, welche jede von ihrer Seite zur Flamme kommen, in dieſem Punkte zuſammentreffen. Machte er den Leiter mit zwey Unterbrechungen und ſtellte das Licht in die, welche der innern Seite einer poſitiv geladenen Flaſche am nächſten war, ſo folgte die Flamme wohl dem Wege der poſitiven Elektricität; aber eben dies geſchah, wenn die Flaſche negativ geladen war.

Er fürchtete, daß es ſich mit den Korkkügelchen eben ſo verhalte, ob er gleich dieſe Verſuche anzuſtellen keine

Gelegenheit hatte. Sie erfordern viele Zeit, da ſie ſo gern misglücken.

Die chemiſchen Veränderungen, welche der elektriſche Funke und Schlag in den Körpern verurſachen, möchten auch wohl nicht ſo genugthuend nach der Franklin'ſchen, als nach der Symmer'ſchen erkläret werden können. Dieſe erlaube uns anzunehmen, daß ſowohl die poſitive als negative Elektricität gegen die meiſten Körper, z. B. gegen Wärmeſtoff, und andere, eine große Anziehung habe; daß daher, wenn ein elektriſcher Schlag durch Gas gehe, jede von dieſen Elektricitäten auf ihrer Seite, einen Theil dieſes Gas ſcheide, indem ſie ſich mit deſſen Baſis ſättige, und Licht mit Wärme frey mache; daß aber dieſe beyden Elektricitäten, wenn ſie zum Vereinigungspunkte jede für ſich geſättiget mit der Baſis der Gasart kämen, vereint Wärme erzeugten, wodurch eine eben ſo große Menge Luft aufs neue erzeuget werde, als eben zerſtört worden, und daß aus eben dieſer Urſache der elektriſche Schlag Luft von einer Menge flüſſiger und feſter Körper ſcheide, wie z. B. von Waſſer, Oehl, vollkommenen Metalloxyden, ja unter gewiſſen Umſtänden ſelbſt Metalle in Luftgeſtalt verwandele. Daher komme es auch, daß, wenn der Schlag durch eine Luftart gehe, keine Wärme im Berührungspunkte frey werde, ſo wie in dem angeführten Verſuche die Schwefelblumen in dieſem Punkte nicht gern zu ſchmelzen ſchienen, da man doch, wenn dieſer Verſuch in einem vollkommen luftleeren Raume geſchehen könnte, die Schwefelblumen nur in dem Vereinigungspunkte geſchmolzen finden ſollte. Daß aber eine gleiche Sättigung beyder Elektricitäten Wärme verurſache, ſcheine, nach Anleitung mehrerer anderer Verſuche, wenigſtens nicht unglaublich. Es möchte vielmehr eine ziemlich beſtändige Regel ſeyn, daß in jedem Punkte, in welchem die elektriſche neutrale Materie vermehrt werde, auch die Menge des Wärmeſtoffs vermehret werde.

Digitized by Google

Herr Tremery *) führet an, daß das verſchiedene Leitungsvermögen der Luft für poſitive und für negative Elektricität der wahrſcheinlichſte Grund der elektriſchen Erſcheinungen ſey, welche mit dem dualiſtiſchen Syſteme nicht übereinzuſtimmen ſcheinen.

Folgender Verſuch (von dem Genfer Lullin, als dem erſten Anſteller deſſelben, Lullin's Karte genannt) iſt bekannt. Man ſtelle eine Karte m n (Fig. 41.) zwiſchen die beyden Spitzen des Henley'ſchen allgemeinen Ausladers, ſo daß ſie in einiger Entfernung von einander, beyde die Karte berühren; die Spitze a, welche beym Entladen mit dem poſitiven innern Belege communicirt, in b, die Spitze d, welche mit dem äußern negativen Belege verbunden iſt, in c. Erfolgt nun der Entladungsſchlag, ſo ſieht man längs der Seite des poſitiven Drahts a den elektriſchen Funken ſich bis zu dem Punkte x hinſchlängeln, welchem die negative Spitze gegen über ſteht; hier erfolgt die Durchbohrung, und an der negativen Spitze ſieht man einen leuchtenden Punkt.

Dieſer Verſuch ſcheint auf dem erſten Anblick mit der dualiſtiſchen Theorie unvereinbar, und für die Franklin'ſche entſcheidend zu ſeyn. Herr Tremery zeiget aber, daß er ſich allerdings auch mit jener Theorie in Harmonie bringen laſſe, wenn man nur annimmt, daß die atmoſphäriſche Luft für beyde Elektricitäten ein ſehr verſchiedenes Leitungsvermögen beſitze, und zwar für + E ein ohne Vergleich größeres, als für — E.

Da unter dieſer Vorausſetzung die — E unendlich mehr Widerſtand als die + E beym Verbreiten durch die atmoſphäriſche Luft finden würde, ſo wäre es ſo gut, als feſſelte die Oberfläche der Körper die — E, und als hätten die negativ elektriſirten Körper ſelbſt eine mächtige Anziehung zu der + E, obgleich dieſe Anziehung nur der in ihnen zurückgehaltenen — E zukäme. Hieraus würden ſich zugleich die Verſchiedenheiten der Lichtgeſtalten bey Spitzen und der Lichtenbergiſchen Figuren erklären laſſen.

*) Journal de phyſique Tom. LIV. p. 357-367.

Um dieſe Annahme zu prüfen, wiederholte Herr Tremery den Verſuch unter dem Recipienten einer Luftpumpe, unter welchem die Luft bis zu einer Queckſilberhöhe von ungefähr 5 Zoll ausgepumpt war. Die Karte wurde nun in einem Punkte y durchbohret, der ungefähr in der Mitte zwiſchen den beyden Spitzen lag, und zu beyden Seiten der Karte ſah man Lichtſtröme.

Er ließ nun die Luft allmählig wieder hinein, und wiederholte den Verſuch in verſchiedenen Dichtigkeiten. Für jede entſtand ein Loch an einer andern Stelle, ſo daß ſich im Stücke yx der Karte eine ganze Reihe von Durchbohrungen eine nicht weit von der andern, fand. Damit die Entladung nicht durch die früher gebildeten Löcher gehe, muß die Karte etwas in die Höhe gezogen werden. Mannichmal entſtehen bey einem Entladungsſchlage mehrere Löcher zugleich; in dieſem Falle ſind aber alle Löcher ſo vertheilt, daß es unmöglich ſeyn würde zu ſagen, an welcher Seite der poſitive, und an welcher der negative Draht geweſen ſey.

Wird der Verſuch in Luft von noch geringerer Dichtigkeit wiederholt, ſo liegt der Punkt, wo der Schlag die Karte durchbohrt, näher bey dem poſitiven Drahte a als bey dem negativen c, und der größere Lichtſtrom zeiget ſich dann an der negativen Seite.

Herr Tremery ſchließt hieraus: 1. daß das Leitungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft für poſitive und negative Elektricität weſentlich verſchieden iſt; daß 2. unter dem gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre das Leitungsvermögen der Luft für poſitive Elektricität ohne Vergleich größer iſt, als das für negative Elektricität; daß 3. dieſes Leitungsvermögen jedes nach einem eigenen Geſetze ſich mit der Dichtigkeit der Luft verändert, ſo daß für eine gewiſſe beſtimmte Dichtigkeit der Luft, beyde einander gleich ſind; 4. daß von dieſem verſchiedenen Leitungsvermögen der Luft beym gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre alle Zeichen herrühren, welche zu beweiſen ſchienen, daß die Glaselektricität poſitive, die Harzelektricität ne-

gegen negative, mithin jene Ueberſchuß, und dieſe Mangel an Elektricität ſey.

Die Theorie von zwey elektriſchen Flüſſigkeiten, ſagt Herr Tremery, hat den Vorzug, beyden Elektricitäten einen völlig gleichen Antheil an den Wirkungen beyzulegen, die ſich dem Beobachter unter ſo gleichen Zügen zeigen, und alles auf gleiche Erklärungen zurück zu führen. Daß zwey negativ elektriſirte Körper einander abſtoßen, dieſes zu erklären iſt von jeher der Stein des Anſtoßes für die Franklin'ſche Theorie geweſen. Denn wie läßt ſich begreifen, daß Mangel an elektriſcher Materie eben ſo Abſtoßung, als Ueberfluß an derſelben bewirken könne? Umſonſt nimmt man zur umgebenden Luft oder zu den umgebenden Körpern ſeine Zuflucht.

Mit Unrecht, ſagt ferner Herr Tremery, hat man bisher den Widerſtand, welchen Nichtleiter den beyden Arten von Elektricität leiſten, mit einander vermiſcht, und für Eins genommen. Ich vermuthe, daß man in dieſer Hinſicht ſehr groſſe Verſchiedenheiten finden würde, wenn man für alle Nichtleiter mit Genauigkeit den Widerſtand beſtimmen könnte, den ſie der einen, und den ſie der andern Elektricität leiſten.

Herr Tremery *) hat auch ein zwar längſt bekanntes elektriſches Phänomen, das aber bis dahin nicht hat erkläret werden können, auf eine genügende Art nach dem dualiſtiſchen Syſteme erkläret. Wenn man nämlich eine ſtarke Entladung durch mehrere auf einander liegende Blätter Papier hindurch gehen läßt, wird jedes Blatt durchbohrt, und die Mittelpunkte aller einzelnen Löcher liegen meiſtentheils in einer geraden Linie. Wenn man dagegen, wenn die übrigen Umſtände gleich bleiben, einen Streifen Stanniol in die Mitte des Heftes zwiſchen den Papierblättern legt, ſo findet man nach der Entladung zwar ebenfalls alle einzelne Blätter des Papiers durchlöchert, jedoch mit dem Unterſchiede, daß

*) Nouveau Bulletin des sciences par la societé philomat. May 1809.

die gerade Linie, die durch die Mittelpunkte der Löcher derjenigen Blätter geht, welche oberhalb des Stanniolſtreifens liegen, nicht mehr die Verlängerung der geraden Linie iſt, die durch die Mittelpunkte aller Löcher der untern Blätter geführet wird; beyde machen vielmehr einen Winkel mit der geraden Linie zwiſchen der Durchbohrung in dem oberſten und in dem unterſten Blatte. Aus dieſer relativen Neigung des obern und untern Schußkanals folgt, daß des Stanniolſtreifen in zwey verſchiedenen Punkten durchbohrt wird.

Es ſey (Fig. 34.) KK das Heft Papier, und db der Stanniolſtreifen. Durch c, als die Mitte von ab, ziehe man pq ſenkrecht auf ab. v und r ſind zwey von der ſenkrechten pq gleich entfernte Punkte, in welchen ſich die Kugeln eines allgemeinen Ausladers befinden mögen, der mit einer Batterie verbunden ſey. Die eine z. B. v lade ſich mit Glaselektricität, indem ſie mit der innern Belegung einer Batterie in Verbindung ſtehe, die mit Glaselektricität geladen werde, die andere Kugel r wird während deſſen mit Harzelektricität erfüllt, wenn ſie mit dem äußern Belege derſelben Batterie verbunden iſt.

So wie nun die Glas- und die Harzelektricität im Moment der Entladung ſich in die Kugeln v und r ergießen, ſtreben ſie, einen Theil der natürlichen Elektricität im Streifen ab zu zerſetzen. Da ſich aber die Theilchen jeder einzelnen entmiſchten Flüſſigkeit wechſelſeitig abſtoßen, während ſie die Theilchen der andern anziehen, ſo iſt leicht einzuſehen, daß die Hälfte ac des Streifens mit Harzelektricität, und die Hälfte bc mit Glaselektricität geladen werden muß.

Es ſey o der Mittelpunkt der Kraft für ac, und o' für bc. Die Glaselektricität der Kugel v wird nun durch zwey Kräfte ſollicitirt, deren Richtungen durch die Linie vr und vo ausgedruckt ſind; denn nicht blos die Harzelektricität der Kugel r, ſondern auch der mit dieſem Fluidum gleichfalls erfüllte Theil ac des Stanniolſtreifens ziehen dieſelbe an. Eben ſo findet für die

Digitized by Google

Harzelektricität der Kugel r eine Anziehung nach der Richtung rv und eine zweyte nach ro′ ſtatt.

Wenn wir die Sache noch genauer erwägen, ſo zeigt ſich, daß eine jede dieſer Elektricitäten, ſo wohl die in v, als die in r, nicht blos von zwey, ſondern eigentlich von drey Kräften ſollicitirt wird; denn in der That wirkt die Glaselektricität der Ladung des Theils bc auch noch repellirend auf die Glaselektricität von v; ſo wie die Harzelektricität des Theils ac das gleichnamige Fluidum in r abſtoßen muß.

Es folgt hieraus, daß man ſich füglich die Glaselektricität der Kugel v als von zwey Kräften zugleich ſollicitirt gedenken kann, deren Richtung und Intenſität durch die Linien vn und vr ausgedruckt werden, indem vn nur einen ſehr geringen Winkel mit der Linie vo macht. Und eben ſo wird die Harzelektricität in r durch zwey Kräfte getrieben nach den Linien rv und rn′, wobey der Winkel n′ro′ dem Winkel nvo gleich iſt.

Wenn man nun zu vn und vr, als Seitenkräften das Parallelogramm vmrn conſtruirt, und ebenfalls das Parallelogramm rvm′n′ für die Linien rv′ und rn′, ſo zeigt ſich, daß die Glaselektricität von v aus ſich nach der Diagonale vm, und die Harzelektricität von r aus nach der Diagonale rm′ bewegen werden. Wenn die erſte den Weg vz und die andere den Weg rz′ durchlaufen haben, vereinigen ſie ſich in dem Metallſtreifen, und es wird dort die natürliche Elektricität wieder hergeſtellt.

Aus dieſem folgt, daß die über dem Stanniolſtreifen ab liegenden Blätter des Papiers ſo durchbohret werden, daß die gerade Linie vz durch die Mittelpunkte aller Löcher geht; und die Linie rz′ eben ſo durch die Achſe des Kanals gehen wird, den die Elektricität durch die unter ab liegenden Blätter durchbohrt. Da nun rz′ nicht in der Verlängerung von vz liegt, ſo muß nothwendig der Stanniolſtreifen in zwey Punkten, z und z′, durchbohrt werden.

Die Entfernung zwiſchen z und z′ wird groͤßer oder geringer ſeyn, je nachdem man v und r weiter von der ſenkrechten pq ab, oder ihr naͤher nimmt. Wenn v und r in der Linie pq ſelbſt liegen, ſo muͤſſen die Mittelpunkte beyder Loͤcher in einem einzigen Punkte c zuſammenfließen.

Als Herr Tremery den Apparat ſo eingerichtet hatte, daß die Mittelpunkte der Kugeln, v und r ſo viel wie moͤglich in der Linie pq lagen, gelang es ihm in der That, den Stanniolſtreifen in zwey Punkten zu durchbohren, die ſo nahe an einander lagen, daß die Raͤnder der Loͤcher in einander floſſen, und zwey Kreiſe bildeten, deren Peripherien ſich durchſchnitten.

Wenn Karten von einem elektriſchen Entladungsſchlage durchbohrt werden, ſo war ſchon laͤngſt bemerket worden, daß das Loch jedesmal an beyden Seiten der Karte erhabene Raͤnder beſitze. Mehrere Phyſiker haben dieſe Erſcheinung als einen mechaniſchen Beweis angeſehen, daß es zwey elektriſche Materien, und bey jeder Entladung zwey in entgegengeſetzter Richtung ſich bewegende elektriſche Stroͤme gebe, deren jeder fuͤr ſich beym Austritte aus der Karte den Rand des Lochs habe.

Ein engliſcher Phyſiker Wabſter behauptete aber, immer nur Einen Rand an den Durchbohrungen, und zwar an der negativen Seite, geſehen zu haben. Dieſes veranlaßte Herrn Gough, den Verſuch mit Karten zu wiederholen, welche an beyden Seiten, jede mit einem gleichſchenklichten Dreyecke aus Stanniol, ſo belegt waren, daß die Baſis der Dreyecke an den gegenuͤberſtehenden Raͤndern der Karte lagen, und deren Spitzen ſich beyde in der Mitte der Karte befanden. Als er eine mit + E geladene Batterie durch ſie entlud, hatte das Loch an beyden Seiten der Karte erhabene Raͤnder, doch waren an der Seite nach dem poſitiven Belage zu die Raͤnder minder hoch, als nach der entgegengeſetzten Seite zu. Daſſelbe fand ſtatt, als er die Flaſche mit — E lud, und ſie durch

die Karte entladete. Es ſcheint alſo Herr Wabſter den erſtern Rand überſehen zu haben. Die Durchbohrung, bemerkt Herr Gough, glich in beyden Fällen völlig dem Loche, welches ein Pfriemen in einen dehnbaren Körper macht, denn er fand, daß, als er eine auf weichem Holze liegende Karte, oder eine unter einer Oeffnung angenagelte Bleyplatte mit einer ſolchen Spitze durchſtach, das Loch ebenfalls zwey erhabene Ränder hatte, und immer war der Rand an der vordern Seite, durch welche die Spitze hineinging, minder erhaben und zerriſſen, als der Rand an der hintern Seite. Die vollkommene Aehnlichkeit zwiſchen dieſer und der elektriſchen Wirkung hat ihn beſtimmt, die elektriſche Durchbohrung ebenfalls einem einzigen Strome und zwar dem poſitiven zuzuſchreiben. Mehrere eben ſo armirte und mit ihren Rändern auf einander geleimte Scheiben Schreibpapier, die ein Entladungsſchlag zugleich durchbohrt, zeigen jeder auf dieſelbe Weiſe zwey erhabene Ränder, doch an der negativen Seite einen weniger erhabenen Rand als an der poſitiven.

Herr Pictet glaubt, die große Geſchwindigkeit des Entladungsſtroms, die augenblickliche Retardation, welche er in der Materie der Karte erleide, und die Trägheit derſelben Materie ſchienen hinreichend zu ſeyn, um die Erſcheinung nach Herrn Gough's Art zu erklären; nämlich aus dem ſchnellen Hindurchgang eines einzigen elektriſchen Stroms.

Herr Prof. Käſtner *) bemerket, daß man einem der Haupteinwürfe gegen Franklin's Hypotheſe: daß nämlich dem Mangel an Elektricität poſitives Wirken zugeſchrieben werde (indem ſich negativ elektriſche Körper ſo gut abſtoßen, wie poſitiv elektriſirte) auch dann nur gezwungen begegne, wenn man annehme, daß die —E haltigen Körper die zwiſchen ihnen befindliche Luft mit +E erfüllen machen (indem ſie dieſer Luft Elektricität zu entziehen ſtreben), und daß die dadurch entſtandenen elektriſchen At-

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1820. 8. §. 1242. Nota u. f.

moſphären die Abſtoßung zu Stande brächten. Schon Wilke ſage in ſeinen Anmerkungen zu Franklin's Briefen von der Elektricität, daß, wenns nur aufs Erklären der Abſtoßung negativ-elektriſcher Körper ankomme, man nur annehmen dürfe; es gebe überhaupt zweyerley Materien, die elektriſche und die gemeine (raumerfüllende) der Körper, welche beyde einander anziehen, während die Theile jeder einzelnen ſich gegenſeitig abſtoßen, ſo daß die eine das Bindende der Theile der andern und umgekehrt ſey (und daß mithin auch die Schwere das Phänomen der Gegenwirkung der elektriſchen und der gemeinen Materie wäre, und ohne die Elektricität die Erde ſo gut auseinander ſtieben würde, als die Elektricität ohne irdiſchen Stoff ſich fliehe). In dem poſitiv elektriſchen Körper beſtimme die Elektricität, in dem negativen die gemeine Materie zur Abſtoßung u. ſ. w., und ſo gut Franklin die Elektricität ſich abſtoßen laſſe, könne man dergleichen Wirkung auch zwiſchen den Theilchen der gemeinen Materie annehmen, deren Anziehung zur Elektricität Franklin ja überdem annehme. Wilke ſelber lenke aber wieder ein, indem er in der Folge zugebe, daß ein in die poſitive elektriſche Atmoſphäre getauchter Körper negativ werde, weil die poſitive Atmoſphäre die natürliche Menge der elektriſchen Materie des eingetauchten Körpers zurücktreibe (ohne ſelber nachzudringen), und daß umgekehrt ein in die negative Atmoſphäre eingetauchter Körper poſitiv werde, weil die Elektricität des eingetauchten Körpers aus ihm heraustrete, um in die negative Atmoſphäre überzugehen, und mithin dieſer Atmoſphäre gegenüber angeſammlet, d. h. poſitiv erſcheine. Im erſtern Falle werde mithin das Innere negativ, während die Elektricität aus dem Innern nach Außen zu ſtröme, und ſo wirke die Natur in beyden Fällen nach jenem Geſetze, welches man die Vertheilung der Elektricität nenne. Wilke führe zur Erläuterung folgenden Verſuch an, den er hier aufzunehmen für nöthig erachte, bevor er in ſeiner Betrachtung weiter gehe:

Man ſetze einen Conduktor aus zwey von einander trennbaren Stücken: A und B zuſammen, bringe beyde unter ſich in Berührung, und halte eine zuvor durch Reiben poſitiv elektriſch gemachte Glasröhre über das Stück A, ziehe dann, ſobald dieſes geſchehen, B zurück (jedoch ohne dabey B mit Ableitern zu berühren) ſo wird A negativ, B hingegen poſitiv ſeyn (und wenn man ſtatt der geriebenen Glasröhre zuvor über A geriebenen Schwefel gehalten hatte, ſo wird A poſitiv, und dagegen B negativ erſcheinen) d. h. es werden A und B durch Vertheilung entgegengeſetzt elektriſirt worden ſeyn.

Obige Erklärung des vorſtehenden Verſuches, bemerket Herr Käſtner, ſetze nun aber in der That was voraus, was nicht erfolgen könne: es ſoll nämlich 1. die Elektricität der Glasröhre aus A das E nach B treiben, ohne ſelber dadurch in die von Elektricität leer gewordenen Stellen von A nachzudringen; ſey aber eine ſolche Vertreibung nur denkbar, indem die Glaselektricität in A nachdringt, ſo iſt begreiflicher Weiſe zwar ein Vermehren des E in B, aber kein Vermindern deſſelben in A, ſondern nur in der Atmoſphäre des Glaſes möglich, und A und Glas müſſen nach dem Auseinandernehmen von A und B gleich viel, und jedes derſelben muß halb ſo viel Elektricität haben, als B zeigt. Im zweyten Fall kann man die Frage aufwerfen, ohne ſie nach Franklin genügend zu beantworten, was denn die Elektricität in E beſtimme, nach A überzugehen, da ja die Anziehung der gewichtigen Theile in B zur Elektricität eben ſo groß ſey, als die der Theile in A, und da der negative Schwefel keine große Anziehung bieten könne, als in B von Seiten der gewichtigen Materie ununterbrochen wirkſam zu ſeyn nicht aufhöre? Setzt man nun aber gar für den erſten Fall, daß die Glasröhre, während ſie in A und B die Vertheilung veranlaſſe, ihre ganze Elektricitätsmenge unverkürzt behielte (z. B. wenn zwiſchen A und der Glasröhre ein ſehr dünner aber vollkommener Iſolator gebracht worden ſey, während die Röhre anderweitig über-

all von vollkommenen Iſolatoren umgeben wäre, ſo iſt in Wahrheit auf dem Wege, wie **Wilke** angiebt, die Vertheilung unmöglich, und um ſie bey Annahme nur eines E zu erklären, würde man genöthiget ſeyn, die ganze Franklin'ſche Vorſtellung über die Natur und den Unterſchied beyder Elektricitäten abzuändern; vielleicht würde den Unitariern in ſolchem Falle folgender Vorſchlag nicht verwerflich ſcheinen. Man nehme an, poſitives und negatives E ſeyn nicht dieſes, d. h. ſtänden einander nicht entgegen wie poſitive und negative Größen, ſo wie ein und daſſelbe Weſen in zweyerley verſchiedenen Zuſtänden der Bewegung, welches unbewegt in — E exiſtire, die Bewegungen ſeyn aber jene, welche beym Stoße (und Drucke) der elaſtiſchen Körper vorkommen, oder vielmehr ſolchen am meiſten nahe kommen; — E ſey unerſchüttertes E, + E hingegen fortbewegtes E. Bey der Vertheilung würde hiernach das E in A (des obigen erſten Falles) ſich verhalten, wie die mittleren zu einer Reihe gehörigen elaſtiſchen Kugeln, deren letzte Kugel z. B. abprallt, wenn die erſte der Reihe eine bewegte Kugel mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit ſtößt. Das Uebergehen gewiſſer Körper (z. B. des erhitzten und hierauf abgekühlt werdenden Turmalins) von der poſitiven oder negativen Ladung, wäre hiernach einiger Maaßen vergleichbar dem Verwechſeln der Geſchwindigkeiten zwiſchen einer ruhenden und einer auf dieſelbe ſtoßenden Kugel und daſſelbe fände ſtatt zwiſchen zwey ſehr ſchwach bewegten (gegen einander druckenden) elaſtiſchen Elektricitätstheilchen — bey der Repulſion der gleichnamig geladenen (entweder nur poſitiven oder nur negativen) Körper. — Es ließe ſich dieſe Hypotheſe mit wenig Scharfſinn zur Erklärung der meiſten elektriſchen Erſcheinungen anwenden (wie ſie denn namentlich die Elektricitätserregung durch Reiben ſehr einfach erklärt), und ſie würde außerdem ein Mittel darbieten, die Geſetze des elektriſchen Wirkens an die der mechaniſchen Kräfte der Körper anzuknüpfen, indeß würden für ſie (wie für die

urſprünglich Franklin'ſche Anſicht) die chemiſchen Wirkungen der Elektricität (zum Theil auch das Entſtrömen des einen wie des andern E aus Spitzen, und das Bewegen des ſogenannten elektriſchen Flugrades durch — E) nothwendig zu ſehr gekünſtelten Annahmen führen, wenn man ſie nicht dahin abänderte, daß man dem — E neben geringerer Geſchwindigkeit weniger Menge des elektriſchen Stoffes, dem + E dagegen neben größerer Geſchwindigkeit auch mehr Stoff (wenn die Elektricität gewichtig wäre, würde man Maſſe ſagen können) zuſchriebe, und mithin beide E als eine und dieſelbe bewegte Materie betrachtete, deren Bewegungsgröße (als Produkt der Maſſe in die Geſchwindigkeit) aber verſchieden ſeyn. Dann würden folgende Einwürfe leicht zu beſeitigen ſeyn, die man der rein dualiſtiſchen Anſicht gemacht hat. Geſetzt es ſeyn + E und — E einander entgegengeſetzte, verſchiedenartige Weſen, ſo iſt nicht wohl einzuſehen, wie ein oder das andere freye E die neutrale Verbindung beyder E im oE zerſetzen ſoll, da z. B. das freye + E, welches angeblich dem oE — E entzieht, um eben ſo viel + E daraus frey zu machen, als es ſelber betragen hat, doch dem von ihm angezogenen — E des oE nicht größere Anziehung zu bieten vermag, als dieſes vor der Zerſetzung von ſeinem eigenen + E bereits erlitt? Ferner, wie es komme, daß zwey hinſichtlich ihrer Ausdehnſamkeit und ihrer mechaniſchen Wirkungen einander ſo ähnliche Weſen, + E und — E, in chemiſcher Hinſicht doch ſo ſehr von einander abweichende Eigenſchaften zeigen? Und wie man es erklären wolle, daß zwey höchſt expanſible Weſen, wenn ſie ſich zu oE einen, dieſe, auf ein Maximum von Gegenziehung deutende Einung bewirken, ohne daß dabey nicht jedesmal die ſtärkſten Expanſionsäußerungen z. B. viele Wärme frey werde? daß übrigens die Phänomene der elektriſchen Abſtoßung als Folgen beſonderer Anziehungen wohl naturgemäßer zu betrachten ſeyn, ſo ſucht Herr Käſtner dies durch folgende Darſtellung klar zu machen: Nehmen wir an, daß zwiſchen zwey einander gegen über befindlichen

mit + E beladenen eine gewiſſe Menge oE gegeben ſey, ſo wird die Anziehung, welche jedes der Beladenen in dem — E dieſes zwiſchen liegenden oE ausübet, nur halb ſo groß ſeyn können, als diejenige iſt, welche es nach der abgewendeten Seite gegen dort ebenfalls befindliches oE zu üben vermag, es werden daher beyde Beladenen in ihrer Gegenrichtung halb ſo ſtark gezogen werden, als dieſes in den Richtungen ihrer abgewendeten Seiten der Fall iſt, und mithin dieſen letztern als den überwiegenden Ziehgewalten zueilen, d. i. ſich von einander entfernen. Könnte man bewirken, daß ſich nur zwiſchen den Beladenen oE haltige Subſtanz, hinter jedem derſelben hingegen kein oE vorfände, ſo müßte hiernach alle Abſtoßung aufhören, und ſich in Anziehung der gleichnamig Geladenen verwandeln. —

Uebrigens kann man auch noch die Artikel: Galvanismus, Leiter, elektriſcher und galvaniſcher nachſehen.

(Zuſ. zu S. 310. Th. VI.). Von der Natur und Beſchaffenheit der Elektricität hat ſich Herr **Biot** *) folgende Vorſtellung gemacht. Da nämlich verbrennliche Körper durch ſchnelles Comprimiren der Luft (m. ſ. Feuerzeug, pnevmatiſches) entzündet werden können, und beſonders Herr **Berthollet** in ſeiner Statique chemique gezeiget hatte, daß die Elektricität, indem ſie durch Körper hindurch gehet, in ihren kleinſten Theilchen, eine wahre Compreſſion bewirkt; ſo wurde er auf die Idee geführt, daß in dem elektriſchen Funken ein blos mechaniſches Reſultat der Compreſſion wahrzunehmen ſey. Denn vermöge der außerordentlichen Geſchwindigkeit, womit die Elektricität durch die Körper gehe, deren Theilchen ſie comprimire, ſey es nicht anders möglich, als daß ſie aus der Luft Licht entbinden müſſe, indem es uns ſchon gelinge, dies durch eine weit minder ſchnelle Compreſſion zu bewirken.

*) Annales de chimie. To. LIII. p. 324 ſqq.

Digitized by Google

Verglichen wir nämlich das, was in der Compreſſionspumpe geſchehe, mit dem, was in Volta's Eudiometer vorgehe, ſo ſey die Aehnlichkeit vollſtändig: nur daß wir im erſten Falle das Glas einzuſchließen gezwungen ſeyn, weil wir dem Kolben nur eine ſehr beſchränkte Geſchwindigkeit zu geben vermöchten, indeß beym elektriſchen Funken die Theilchen mit einer ſo außerordentlichen Geſchwindigkeit comprimiret würden, daß ſie nie ſchnell genug ausweichen könnten, um ſich ſeiner Macht zu entziehen, weshalb ſelbſt in freyer Luft die Compreſſion, ſammt der Lichtentbindung oder dem Funken, der eine Folge derſelben ſey, vor ſich gehen könne. Aber dieſe Wirkung ſey lokal; und wenn Gasarten, die nicht fähig ſeyn, ſich zu vereinigen, nach jeder Exploſion zu ihren anfänglichen Dimenſionen zurückkämen, ſo nähmen ſie bey dieſer Dilatation ſogleich wieder alle Wärme in ſich auf, die ſie hergegeben hätten, ſo daß dadurch in ihrer Beſchaffenheit keine bleibende Veränderung vor ſich gehen könne. Und hieraus erkläre es ſich, warum man beym Elektriſiren recht reiner und nicht gemiſchter Gasarten, nie eine Veränderung in ihnen wahrgenommen habe.

Dieſes Licht, welches die Elektricität aus den Gasarten durch Compreſſion entwickele, müſſe ſie aus ihnen ſelbſt noch im verdünnten Zuſtande, ja wegen der ungeheuren Geſchwindigkeit, die ihr eigen ſey, ſelbſt aus den Dämpfen entbinden, wenn man in luftverdünnten Recipienten oder in der Torricelliſchen Leere operire; denn bekanntlich wären wir nicht im Stande mittelſt der Luftpumpe eine völlige Leere hervorzubringen, und ſelbſt die Torricelliſche Leere über den Barometer enthalte wenigſtens noch Queckſilberdämpfe. Dieſe Dämpfe ſeyn zwar ſehr dilatirt, enthielten aber doch immer noch eine ſehr große Menge Wärmeſtoff, welchen die Elektricität bey ihrem Durchgange vermittelſt der Compreſſion, die ſie bewirke, entbinden müſſe, indeß die inſtante Zunahme der Elaſticität wegen der geringen Dichtigkeit des Mittels

nicht bemerkbar werden könne; wohl aber in dichterer Luft, wie ſich das in dem ſogenannten Thermometer Kinnersley's zeige.

Dieſe Betrachtungen machten es ſehr wahrſcheinlich, daß die Erſcheinung, welche man den elektriſchen Funken nenne, von dem Lichte herrühre, das ſich aus der Luft durch Compreſſion beym Durchgange der Elektricität durch ſie entbinde, ſo daß dieſe Erſcheinung rein mechaniſch ſey, und nichts elektriſches in ſich ſchließe.

Herr Nicholſon *) bemerket, daß man bey der Annahme des Herrn Biot's, daß der elektriſche Funken eine bloße mechaniſche Lichterſcheinung ſey, fragen könne, ob ſich dieſe Vorausſetzung damit vereinigen laſſe, daß wir elektriſche Funken im Oehle erſcheinen ſehen; und ob ſie mit einigen atmoſphäriſchen Phänomenen in Harmonie zu bringen ſey, bey welchen leuchtende Kugeln ſich mit einer geringen Geſchwindigkeit fortbeweget hätten?

Bedenke man, daß ein Eiſentheilchen, welches bey der gemeinen Art, Feuer anzuſchlagen, abgeriſſen und in Brand geſetzet werde, wegen der Lebhaftigkeit, mit der es verbrenne, ein Körper von beträchtlicher Größe zu ſeyn ſcheine, obgleich mehrentheils das Metall kein Kügelchen von ein Tauſendſtel Zoll im Durchmeſſer bilden würde; bedenke man ferner, auf welche außerordentliche Erhöhung der Temperatur das Entzünden von Metalldrähten aller Art durch elektriſche Funken, hindeute, beſonders bey den ſchönen und überraſchenden Verſuchen, welche Herr van Marum bekannt gemacht habe; erinnere man ſich endlich, daß eine Metallkette, ſo oft ein elektriſcher Schlag hindurchgehe, immer etwas am Gewicht verliere, und daß man nie Funken zwiſchen unverbrennlichen Körpern wahrnehme; ſo habe man bedeutende Gründe, jene Vorausſetzung dahin zu modificiren, daß der elektriſche Funke, wo nicht aus Theilchen des Körpers, aus welchen er her-

*) *Nicholson* journal etc. Vol. 13. p. 87. f.

vorbreche, beſtehe, wenigſtens von ſolchen Theilchen begleitet werde.

Seyen nicht die atmosphäriſchen Feuerkugeln oder leuchtenden Meteore, die Sternſchnuppen und Aerolithen, elektriſche Funken von ungeheurer Größe?

Wenn irgend eine leuchtende Kugel mit kleiner Winkelgeſchwindigkeit durch unſern Geſichtskreis gienge, ſo würde ſie wie eine Linie oder ein Streifen von Licht erſcheinen, und wenn ſie in Stücken zerſpränge, ſo würden wir viele divergirende Linien ſehen. Sollten nicht die elektriſchen Büſchel Erſcheinungen dieſer Art nach einem kleinen Maaßſtabe ſeyn?

Für das Jahr 1809 hatte die Königl. Societät zu Göttingen *) die Preisfrage aufgegeben: Was haben Sauerſtoffgas, Stickgas und andere Gasarten (oder deren Grundſtoffe) für einen Einfluß auf die Erregung der Elektricität durch Reibung, und wie verhalten ſich andere elektriſche Erſcheinungen z. B. Anziehen und Abſtoßen, Funken, Strahlenbüſchel in den vorzüglichſten Gasarten?

Es war nur eine einzige Beantwortung dieſer Frage in franzöſiſcher Sprache eingeſandt worden, welche nach dem Urtheile der Mitglieder der Societät zwar eine Reihe neuer und interreſſanter Verſuche enthielt, die aber doch nicht genügend waren, um dasjenige mit Gewißheit daraus zu folgern, was der Verfaſſer daraus gezogen hatte. Es glaubte nämlich dieſer berechtiget zu ſeyn, aus ſeinen zum Theil ſehr mühſamen Verſuchen die Folge zu ziehen, daß weder in einem vollkommnen luftleeren Raume, noch in Gasarten, welche gar keinen Sauerſtoff enthalten, ſich Elektricität durch Reibung erregen laſſe, und ſetzt die Bedingung des Sauerſtoffgas bey der Erregung der Elektricität darin, daß dies Gas durch den Proceß der Reibung, (ohne Zweifel auch wohl durch eine chemiſche Mitwirkung der ſich an einander reibenden Subſtanzen) zerlegt werde, der ponderable Theil deſſelben, der Sauer-

*) Göttingiſche gelehrte Anzeigen. No. 192. 1806.

Digitized by Google

ſtoff, ſich mit den reibenden Subſtanzen vereinige, und der imponderable, Licht- und Wärmeſtoff, die elektriſchen Erſcheinungen hervorbringe. Dieſe Meinung ſcheint nach den Verſuchen, welche der Herr Verfaſſer angeſtellet hat, aus folgenden Gründen einige Wahrſcheinlichkeit zu haben: 1. durch die Reibung des Glaſes mit dem Amalgama wird wirklich Sauerſtoff aus der umgebenden Luft abſorbirt und das Amalgama orydirt, und wenn dieſe Abſorption geſchehen iſt, hört die Erregung der Elektricität auf, oder wird doch merklich ſchwächer. 2. Im luftleeren Raume und in Gasarten, welche nur mit einem kleinen Theile Sauerſtoffgas gemiſcht ſind, laſſen ſich überhaupt nur ſchwache und kurz dauernde Wirkungen der Elektricität verſpüren. 3. Dieſe Wirkungen erſcheinen von neuem, ſobald man in den leeren Raum oder zu den Gasarten wieder etwas Sauerſtoffgas hinzutreten läßt. Endlich nimmt die Erregung der Elektricität durch Reibung ab, wenn das Amalgama gänzlich mit Oxyd überzogen iſt, und durch dieſe Sättigung mit Sauerſtoff gleichſam unfähig wird, noch ferner Sauerſtoffgas zu zerſetzen, und durch Entwickelung von Licht und Wärme elektriſches Fluidum bilden.

Gegen dieſe vom Verfaſſer aus ſeinen Verſuchen gezogene Folgerungen iſt aber mehreres erinnert worden. Vielleicht könnte 1. die Zerſetzung und Abſorption des Sauerſtoffgas nur eine Folge oder Wirkung der durch die Reibung erregten Elektricität ſeyn; 2. würde man auch in andern Fällen, wenn Sauerſtoffgas zerſetzt wird, elektriſche Wirkungen wahrnehmen müſſen, und zwar in einem ſehr merklichen Grade, wenn dieſe Zerſetzung ſchnell erfolgt; darüber ſind aber wenigſtens keine Verſuche bekannt. Es könnten 3. die elektriſchen Erſcheinungen, nach der Abſorption des Sauerſtoffs aus der atmoſphäriſchen Luft, vielleicht nur deswegen ſchwächer werden oder gar verſchwinden, weil Luftgattungen, welche ganz rein von Sauerſtoffgas ſind, nach Art des leeren Raums zu vollkommenen Leitern der Elektricität würden,

Digitized by Google

und daher jede durch die Reibung erregte Elektricität auch ſogleich wieder vernichteten; denn ſoll ein Körper elektriſcher Erſcheinungen fähig ſeyn, ſo muß ihn ein nicht leitendes Medium umgeben. Vielleicht hat die atmoſphäriſche Luft ihre nicht leitende Eigenſchaft blos der Miſchung mit Sauerſtoffgas zu verdanken, und iſt alſo nur in dieſer Rückſicht der Hervorbringung elektriſcher Erſcheinung günſtig. Es wäre 4. möglich, daß, nachdem das Amalgama oxydirt worden, die Erregung der Elektricität durch Reibung nur deswegen ſchwächer wird, weil ein oxydirtes Amalgama für das Glas nicht mehr als Reibzeug tauge, um das elektriſche Fluidum an und für ſich in Thätigkeit zu verſetzen, und ſich dann wie viele andere Subſtanzen verhielte, die ſich indifferent gegen das elektriſche Fluidum beweiſen.

Man kann 5. fragen, ob denn auch harzige Subſtanzen, oder ſeidene und wollene Zeuge, wenn man ſie mit Pelzwerk reibt, Sauerſtoff aus dem umgebenden Medium abſorbiren? Da man aus dieſen Subſtanzen bekanntlich ſehr wirkſame Elektriſirmaſchinen verfertiget hat, ſo müßten auch hier die reibenden Körper irgend eine chemiſche Veränderung auf ihrer Oberfläche durch die Abſorbtion des Sauerſtoffs zeigen, wenn die Theorie des Verfaſſers ;gegründet ſeyn ſollte. Allein man kann ſolche Maſchinen viele Jahre gebrauchen, ohne daß man in den reibenden Subſtanzen eine Veränderung bemerkte, und ohne daß ſie in ihrer Wirkung vermindert würden, wenn man ſie nur immer recht trocken erhält, und dafür ſorgt, daß die Reibzeuge nicht durch Inſekten zerſtöret werden. Es ſcheint alſo noch eines beſondern Beweiſes zu bedürfen, daß auch bey andern reibenden Subſtanzen, als Glas und Amalgama, eine Oxydation ſtatt finde, und die Elektricität auf Koſten des Sauerſtoffs der umgebenden Luft erzeuget werde. So lange dieſer Umſtand nicht erörtert iſt, kann ſelbſt die Oxydation des Amalgama auch nur als ein begleitendes Phänomen der durch das Reiben erzeugten Elektricität angeſehen werden. Ob

Digitized by Google

aber dieſe Elektricität ihren Urſprung der Zerſetzung des Sauerſtoffgas ſelbſt zu verdanken habe, kann aus den Verſuchen mit dem Amalgama allein nicht mit Gewißheit entſchieden werden. Der Verfaſſer geſteht zwar ſelbſt ein, daß ſich aus den Verſuchen mit dem Amalgama noch nicht auf andere Körper ſchließen laſſe, ſcheint aber doch der Meinung zu ſeyn, daß, wenn auch andere an einander ſich reibende Subſtanzen den Sauerſtoff nicht abſorbiren ſollten, doch die elektriſchen Phänomene dem Licht- und Wärmeſtoffe zugeſchrieben werden können, der ſich durch den Prozeß der Reibung (vielleicht auch nur durch den mechaniſchen Druck der ſich an einander reibenden Körper) entwickele, etwa wie der Wärmeſtoff bey Mollet's bekanntem Verſuche über die durch Zuſammenpreſſung der Luft erzeugte Hitze.

Ueber die wahre Funktion des Sauerſtoffs bey den elektriſchen Erſcheinungen würden ſich auf jeden Fall nähere Aufſchlüſſe ergeben haben, wenn 6. der Verfaſſer bey den von ihm angeſtellten Verſuchen auch die chemiſche Beſchaffenheit der zu den Verſuchen angewandten Gasarten vor und nach den Verſuchen allemal gehörig beachtet hätte, welches bey einem ſo wichtigen Gegenſtande um ſo nöthiger war, als nach der Meinung mehrerer Phyſiker der Sauerſtoff vielleicht gar ein Beſtandtheil des elektriſchen Fluidums ſelbſt ſeyn könnte. Auch hätten 7. die Miſchungsveränderungen der als Reibzeuge angewandten Subſtanzen genauer unterſuchet werden müſſen, um mit Gewißheit urtheilen zu können, ob bey ihnen eine Oxydation ſtatt gefunden habe.

Es iſt alſo das eigentliche Weſen des ſo mächtigen Agens, der Elektricität, bis jetzt noch unerforſcht. Die ſo äußerſt wichtige und merkwürdige Entdeckung der Idendität des Magnetismus mit der Elektricität, welche ſchon ſo lange iſt geahndet worden, wird im weſentlichſten unter dem Artikel: Magnet, dargeſtellt werden.

Elektricität, mediciniſche (Zuſ. z. S. 957. Th. I.). Daß in der neuern Zeit die Elektricität bey Heilungen

Digitized by Google

mancher Krankheiten faſt gar nicht mehr gebrauchet wird, mag wohl vorzüglich darin liegen, daß ihre Anwendung zum Theil langwierig iſt, zum Theil aber auch unſichere und ungewiſſe Wirkungen hervorgebracht hat. Herr D. Lichtenſtädt zu Breslau glaubt das ſichere Urtheil zu fällen, daß die gewöhnliche Elektricität, noch mehr aber die galvaniſche in die Lebensfähigkeit des menſchlichen Körpers, als ihr fremdartig, und daher ſie eher hindernd, als befördernd eingreiſe. Indeſſen kann es aber doch meiner eigenen Erfahrung zu Folge einige Fälle geben, wo ſie mit gehöriger Vorſicht angewendet außerordentliche und ſehr wirkſame Folgen hat. — Von einem geſchickten Arzte wurde ich vor einigen Jahren veranlaßt, an einer Frau etwa 43 Jahre alt, welche gar nicht mehr ſehen konnte, indem der ſchwarze Staar ſich zu zeigen anſieng, die Elektricität mit einer ſtarken Maſchine anzuwenden. Anfänglich zog ich blos mit einer hölzernen Spitze die Elektricität aus den Augen heraus, nachher ließ ich ſie auch überſtrömen; binnen 14 Tagen konnte ſie mit dem einen Auge noch etwas dunkel, aber nach 4 Wochen alles wieder völlig deutlich ſehen; auf dem andern Auge erhielt ſie den grauen Staar. Eine andre ſehr merkwürdige Kur mit Hülfe der Elektricität wird vom Herrn Thieri *) erzählet. Es wurde nämlich ein gewiſſer Capitain in franzöſiſchen Dienſten von einer nahe an ſeinem Kopfe vorbey gehenden Kanonenkugel zu Boden geſtürzet. Durch den heftigen Stoß derſelben war ſeine Zunge im Munde wie zuſammengedrehet und ſo klein geworden, daß man ſie kaum wahrnehmen konnte. Alle ärztliche Hülfe gelang nicht; die Anwendung der Elektricität aber heilte dieſes Uebel binnen 8 Tagen. Aus dieſen und ähnlichen im Artikel angeführten Fällen ſcheint alſo doch die Elektricität in manchen Krankheiten hülfreiche Dienſte zu leiſten. Nothwendig werden aber hiebey beſonders von der Hand

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik B. XLVII. S. 108. ff.

geſchickter Aerzte mehrere Erfahrungen gemacht werden müſſen, wenn in dieſen oder jenen Krankheiten die Elektricität wirkſam ſeyn ſoll.

Elektricität, thieriſche (Zuſ. z. S. 329. Th. VI.). Da es nunmehr außer allem Zweifel iſt, daß die vormalige thieriſche oder galvaniſche Elektricität, ſo wie Volta gleich anfänglich durch mehrere Verſuche erwies, die gewöhnliche Elektricität iſt, welche blos durch die Berührung verſchiedener Leiter, beſonders metalliſcher, in Bewegung geſetzet wird; ſo werde ich alles, was etwa hier noch angeführet werden könnte, unter dem Artikel, Galvanismus, zugleich mit anführen.

Elektriſirmaſchine (Zuſ. z. S. 43. Th. II.). Die Phyſiker waren unter ſich noch nicht einig, ob man den Cylindermaſchinen oder den Scheibenmaſchinen in Anſehung ihrer erregenden elektriſchen Kraft den Vorzug geben ſolle. Nachdem erſt beyde Arten von Maſchinen einen ziemlichen Grad der Vollkommenheit erhalten hatten, und mehrere Verſuche über die Elektricitäts-Erregung in ſelbigen angeſtellet waren, ergaben ſich Mittel, Vergleichungen über die elektriſche Kraft dieſer Maſchinen mit mehrerer Zuverläſſigkeit anzuſtellen. Hiebey muß man aber doch auf die geringſten Umſtände, welche eintreten können, Rückſicht nehmen. Die Feuchtigkeit der Luft, die verſchiedenen Wärmegrade, der verſchiedene Luftdruck und ſehr geringe Verſchiedenheiten in der Einrichtung des Apparats können in den Wirkungen ſehr große Veränderungen hervorbringen.

Die Herren Cuthbertſon und Singer *) übernahmen es, über dieſen wichtigen Gegenſtand ſo viel möglich genaue und zuverläſſige Verſuche anzuſtellen. Sie gaben ſich vorzüglich Mühe, alle Umſtände ſo ähnlich als möglich zu machen, um ſichere Reſultate zu erhalten. Zu dieſen Verſuchen gebrauchten ſie einen Cylinder von 14 engliſchen Zollen Durchmeſſer mit Rolle, Rad und Schnur,

*) *Nicholson's* Journal of natur. philos. 1811.

welche die Geſchwindigkeit, mit der die Handhabe der Kurbel gedrehet wurde, vervierfachte, und eine Scheibe von 24 engliſchen Zollen Durchmeſſer, welche mit einer Kurbel, wie gewöhnlich gedrehet wurde. Beyde Maſchinen waren von ein und demſelben Künſtler gebauet, welcher ſie auch bey den Verſuchen einrichtete, und drehete; es wirkten daher beyde Maſchinen möglichſt vortheilhaft und übereinſtimmend. Von mehreren Reſultaten wiederholter Verſuche wurden blos die mittleren aufgeſchrieben. Nach mehreren Veränderungen in der Größe und Lage der Endkugeln und in der Ladung gelang es endlich, ſo ziemlich gleichförmige Reſultate zu erhalten. Das mittlere Reſultat aus hundert vergleichenden Verſuchen war, daß dieſe beyden Apparate eine ganz gleiche Kraft im Hervorbringen elektriſcher Ladung beſaßen, worüber die folgenden Verſuche gar keinen Zweifel laſſen. Zur Schätzung der elektriſchen Kraft wurde eine und dieſelbe belegte Glasfläche geladen, und dieſe Ladung durch Cuthbertſon's Elektrometer und durch die Längen von Draht von gegebener Dicke, welcher beym Entladen geſchmolzen wird, gemeſſen.

Eine Batterie von 15 Flaſchen, welche ungefähr 17 Quadratfuß Belegung hatte, wurde mit dem Cuthbertſon'ſchen Elektrometer in Verbindung geſetzt, dieſes mit 15 Grains beladen, und der Entladungsſchlag durch 4 Fuß Eiſendraht von $\frac{1}{150}$ Zoll Dicke hindurch geleitet. Als das Rad der Cylindermaſchine 130 Umdrehungen gemacht hatte, erfolgte die Entladung; der Draht glühete und ſchmolz zu Kügelchen. Die Scheibenmaſchine brachte ganz dieſelbe Wirkung bey der 138ſten Umdrehung hervor. Als beyde Maſchinen zugleich gedrehet wurden, erfolgte dieſe Wirkung bey der 65ſten Umdrehung.

Schwerlich läßt ſich die Gleichheit der Kraft der beyden Maſchinen auf eine zuverläſſigere Art darthun, als die aus dem Umſtande hervorgeht, daß beyde Maſchinen zugleich genau mit der Hälfte der Umdrehungen daſſelbe,

als jede einzeln bey der vortheilhafteſten Wirkung leiſte-ten. Daß aber die Länge von 48 Zoll geſchmolzenen Ei-ſendrahts ein hinlänglich genaues Maaß der Kraft der Ladung war, zeigte ſich, als der Verſuch mit 49 Zollen deſſelben Eiſendrahtes wiederholet wurde. Dieſe Länge kam blos zum Glühen, ohne daß eine Schmelzung erfolgte.

Da beyde Maſchinen in gleicher Zeit gleiche Wirkun-gen hervorbrachten, ſo kam es nun darauf an, zu unter-ſuchen, ob ſie ſich auch mit gleicher Kraft in Bewegung ſetzen ließen. Zu dem Ende wurden die Kurbeln ſo ge-drehet, daß ihr Arm horizontal war, und an ſie Gewichte gehängt, bis ſie in Bewegung kamen. Dazu reichten bey der Scheibenmaſchine 8 Pfund Troygewicht hin, bey der Cylindermaſchine wurden aber 14 Pfund erfordert.

Folgende Verſuche ſind von Herrn Singer und Cuth-bertſon mit denſelben Maſchinen nur einzeln angeſtel-let worden. Die Cylindermaſchine ließ ſich ganz iſoliren; hatte aber keine iſolirende Kurbel, ſondern ſtatt deſſen eine ſeidene Schnur ohne Ende, welche um eine Rolle und um ein Rad lief, das die Bewegung ſchneller machte. Eine Einrichtung, welche Herr Singer ge-troffen hatte, um die Wirkung der von Nicholſon beobachteten, den Cylindern eigenen Undulation zu ver-meiden, welche durch die Unregelmäßigkeit ihrer Ober-fläche, und der dadurch bewirkten Ungleichheit im Drucke des Reibzeugs entſteht. Um dieſer noch mehr abzuhel-fen, iſt das Reibzeug ſo eingerichtet, daß der Rücken deſſelben wie eine horizontale Feder wirkt, welche einen gleichen und faſt einförmigen Druck erhält, ohne die Unannehmlichkeit zu haben, die Iſolirung der negativen Elektricität zu verkürzen. Als Herr Singer den Cy-linder bey unveränderter Reibung durch eine bloße Kurbel drehen ließ, bedurfte es der vierfachen Menge Umdrehungen wie zuvor, um dieſelbe Wirkung hervor-zubringen, es reichten nun aber auch $2\frac{1}{2}$ Pfund Kraft an der Kurbel hin, ihn in Bewegung zu ſetzen.

Digitized by Google

Ehe noch eine andere Reihe von Verſuchen angeſtellet wurden, brachte Herr Singer neue Tafftflügel ſtatt der alten an, wodurch die Kraft des Cylinders um ein beträchtliches vermehret wurde, indem nun eine Flaſche, welche zuvor bey jedem Umlaufe des Rades 4 mal losgeſchlagen hatte, ſich 6 mal entlud.

Man ſtellte dem Hauptconduktor der Scheibenmaſchine eine mit der Erde leitend verbundene Kugel von 2 Zoll Durchmeſſer gegenüber, und entfernte ſich allmählig weiter, ſo lange noch Funken überſchlugen. Die größte Weite, in der dieß geſchah, war von $6\frac{1}{2}$ Zoll.

Ganz dieſelbe Vorrichtung wurde mit der Cylindermaſchine getroffen, und ſie gab Funken von $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge. Mit größern Kugeln ließen ſich größere Funken erhalten von 12 Zoll und mehr; man mußte aber ſehr langſam drehen; und dann entſtanden Undulationen.

Wurden Verſuche mit einer Flaſche angeſtellt, die mit einem Lane'ſchen Elektrometer verſehen war, ſo zeigten ſich Anomalien, welche ſich nur aus der Unvollkommenheit dieſes Elektrometers erklären laſſen. Dagegen gab das Cuthbertſon'ſche, nach Art einer Schnellwage eingerichtete Elektrometer Reſultate von einer merkwürdigen Regularität. Die Flaſche, mit welcher dieſe leßtern Verſuche angeſtellet wurden, hatte 168 Quadratzoll Belegung.

Als der Läufer des Elektrometers

ſtand auf	15; 20; 25; 30 u. 35 Grains
erfolgte die Entladung bey folgender Zahl von Umdrehungen	
der Kurbel der Scheibenmaſchine	4; 5; 6; 7; 8;
des Rades der Cylindermaſchine	3; $3\frac{1}{2}$; 4; $4\frac{1}{2}$; 5.

Dieſe Verſuche wurden nun mit der Batterie von 15 Flaſchen, die 17 Quadratfuß Belegung hatte, wiederholt, und man erhielt folgende Reſultate: Es erfolgte die Entladung bey einer Belaſtung des

Elektrometers mit	10; 15 Grains
nach Umdrehungen der Scheibenmaſch.	75; 102
nach Umdreh. des Rad. der Cylindermaſch.	63; 70

Digitized by Google

Es wurden Rolle und Rad an der Scheibenmaſchine zur Beſchleunigung der Bewegung angebracht, und es erfolgte die Entladung der Batterie bey derſelben Belaſtung des Elektrometers mit 15 Grains

mit einer bloßen Handhabe nach		75	Umdrehungen
mit Rolle und Rad, welche die Geſchwindigkeit verzweyfachten, nach		42	——
verdreyfachten	—	28	——
vervierfachten	—	19	——

Aus dieſen Verſuchen erhellet, wie wichtig und nützlich die ältere Einrichtung an den Maſchinen war, die Umdrehung der Scheibe durchs Hinzufügen eines Schnurrades zu beſchleunigen. Da man nun keine Urſache hat, anzunehmen, daß man in dieſen Verſuchen die Grenze der Kraſt, die ſich der Elektriſirmaſchine geben läßt, erreicht habe, ſo iſt es nicht nur unwahrſcheinlich, daß man mit einer bewegenden Kraſt, welche die Geſchwindigkeit ins Unbeſtimmte vermehrte, die Menge von Elektricität, welche einer dieſer Apparate in einer beſtimmten Zeit hergeben kann, zu verzehnfachen vermöchte; eine für den Zuſtand der Naturlehre wichtige Entdeckung.

Als praktiſche Reſultate der Unterſuchung werden folgende aufgeſtellt: Die Verſchiedenheit, welche anfänglich in der zur Bewegung der beyden Apparate nöthigen Kraft war vorgefunden worden, verſchwand größtentheils, als die Hebel, an welche die Kraſt wirkte, gleich gemacht wurden; die Scheibe bedurfte alsdann 8, der Cylinder 10 Pfund Kraſt. Die mehrere Kraſt, welche die Cylindermaſchine erforderte, wurde durch ihre größere elektriſche Wirkſamkeit erſetzt.

Die Cylindermaſchine hat folgende Vorzüge: 1. ſie giebt die poſitive und negative Wirkung in vollkommen gleicher Stärke; 2. ſie bedarf nur eines Reibzeuges; 3. ſie iſt zu Folge ihrer Geſtalt minder zerbrechlich, als die Scheibenmaſchine; kann 4. vollkommen iſolirt werden, und läßt 5. vermöge ihrer eigenthümlichen Structur den

Gebrauch größerer Schnurräder zu, um die Geſchwindigkeit zu vermehren und dadurch die Reibung ſehr zu vermindern.

Dagegen ſind die Scheibenmaſchinen 1. minder koſtbar als die Cylindermaſchinen von gleicher Stärke; nehmen 2. weniger Raum ein, und laſſen ſich 3. in viel größern Dimenſionen verfertigen, wie davon die Teyler'ſche Maſchine zu Harlem mit zwey Scheiben von 5 Fuß Durchmeſſer den vorzüglichſten Beweis abgibt; 4. iſt es leichter, mehrere Scheiben, als mehrere Cylinder in Einen Apparat zu vereinigen; 5. läßt ſich bey ihnen die Geſchwindigkeit viel beſſer, als bey den Cylindern vervielfachen, ohne daß die Bewegung zu ſchnell wird. Endlich laſſen ſich 6. mit Scheiben von gleichem Durchmeſſer und aus einerley Glasart gleiche und ähnliche Wirkungen erhalten, welches bey Cylindermaſchinen ſehr ſchwer iſt.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIX. S. 245. ff.

Elektrognomon, Elektricitätsprüfer (Electrognomon) (N. A.) iſt eine elektriſche Vorrichtung, die Natur einer kleinen Quantität von Elektricität, ob ſie nämlich +E oder —E iſt, damit zu beſtimmen. Es iſt oft ſchwierig, kleine Elektricitätsquanta, von deren Daſeyn man ſich häufig erſt durch den Condenſator überzeugen muß, ihrer Art nach zu unterſcheiden. Die gewöhnliche Prüfung mit einer oder zwey Korkkügelchen, deren E bekannt iſt, iſt zu unzuverläſſig; kleine Elektricitätsmengen wirken oft gar nicht auf eine ſolche Kugel, und ein unverhältnißmäßig größerer Grad zieht einen geringern der gleichen E oft eben ſo gut an, als die entgegengeſetzte E, und ſo auch umgekehrt. Es iſt daher eine ſolche Vorrichtung, wodurch man die Art einer noch ſo geringen Menge von Elektricität ganz unzweydeutig beſtimmen kann, dem Phyſiker wichtig. Herr D. Kleefeld *) hat eine ſolche angegeben, von welcher er

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIV. S. 203. ff.

verſichert, daß ſie ihm jedesmal ſichere Reſultate gegeben habe. Sie iſt auf folgende Art eingerichtet.

Der Grundriß (Fig. 42.) zeigt das Inſtrument offen, ehe man die Unterſuchung damit anſtellt. Das viereckige, $\frac{1}{2}$ Pariſ. Zoll dicke Brett A A hat 8 Zoll Seite, und iſt, damit es ſich nicht werfen kann, aus zwey Mahagonybrettchen kreuzweiſe zuſammengeleimet. In der Reine e c läuft der Schieber a, der $2\frac{1}{4}$ Zoll lang und $\frac{2}{3}$ Zoll breit iſt. Hier iſt er nach dem Punkte Z geſchoben, und der Raum d alſo leer. Dieſen Raum nimmt der Schieber beym Gebrauche ein (Fig. 43.), wenn man ihn mittelſt des Knopfes b bis an das Leiſtchen e zieht, welches darum vorgeleimt iſt, damit der Schieber nicht zu weit herausgezogen, und die meſſingenen Eicheln nicht zu nahe an einander gebracht werden. Am Ende des Schiebers (das in Fig. 42. punktirt angedeutet iſt, weil es wegen der beyden gabelförmigen Schenkel, die darüber laufen, nicht zu ſehen iſt) iſt ein Meſſingſtift, c, eingeſchoben, von 1 Zoll Länge, auf welchen die Gabeln f, f aufgeſteckt werden. Ueber beyde ſchraubt man die Schraubenmutter t (Fig. 43.) ſo los auf, daß die Bewegung nicht ſchwer wird. Der Winkel an der — E Seite liegt platt auf dem Brete auf, der andre von der + E Seite liegt auf jenem und hat bey f ein Klötzchen von $\frac{1}{3}$ Zoll unter ſich, um über den andern, der auch ſo dick iſt, fortgehen zu können. In f, f, den Scheitelpunkten der Winkel, ſind beyde durchbohrt, und auf 1 Zoll lange Thermometerröhrchen, die ins Brett geleimet ſind, geſteckt, um auf dieſer Oberfläche eine recht leichte Bewegung zu geſtatten. In g, g ſtecken 5 Zoll lange Thermometerröhrchen, mit ihren meſſingenen Eicheln p. Jede Eichel iſt $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $\frac{1}{2}$ Zoll dick. In beyden ſind die Röhren $\frac{1}{2}$ Zoll tief eingekittet. Auf der + Seite geht die Röhre ſo viel durchs Holz durch, als das Klötzchen bey f hoch iſt; auf der — Seite ragt ſie höchſtens $\frac{1}{4}$ Linie hervor, um die Friktion ſo viel möglich zu vermindern; zu welchem Ende auch beyde zugeſchmolzen

Digitized by Google

ſind. Endlich iſt h das Schraubenloch für den Träger hn (Fig. 44.) des Volta'ſchen Elektrometers, r, und Condenſators SS; und (Fig. 43.) i das Loch für gebogene Glasſtange mit dem Knopfe, ikl. Ueber dem Punkte z hängt der Strohhalm m, dem ſich beyde Eicheln p beym Gebrauche nähern.

Der Aufriß (Fig. 43.) ſtellt das Inſtrument von der Seite und geſchloſſen vor. Hat man nämlich die zu unterſuchende E der Kugel l, und alſo auch dem Strohhalm mitgetheilt, (iſt das Quantum zu klein, ſo bedient man ſich dabey des Condenſators), ſo faßt man den Kopf b des offenen Inſtrumentes (nachdem die Eicheln p geladen ſind, wovon nachher), und zieht ihn bis an das Leiſtchen e. Der Schieber a (Fig. 42.) nimmt dann alſo den Raum L ein, und indem der Stift c beyde Gabeln nach dem Knopfe b bewegt, nähern ſich beyde Eicheln p (Fig. 43.) dem Strohhalm m, und kommen über dem Punkte z ſehr nahe zuſammen. Während dieſer Bewegung geht der gabelförmige Schenkel von der + E Seite über den von der — E Seite weg, ohne daß ſie ſich hindern.

Iſt das zu unterſuchende Elektricitätsquantum hinlänglich, um der Kugel l merklich genug mitgetheilet werden zu können, ſo bedienet man ſich der Glasröhre ikl. Sie iſt 3 Linien dick, hat unten eine hölzerne Schraube i, auf deren Zapfen ſie geleimt iſt, und durch welche ſie in das Loch des Brettes eingeſchroben wird. Ihre ganze Höhe beträgt 8 Zoll. Bey k iſt ſie in einen rechten Winkel gebogen, und in ihre vordere Oeffnung iſt die Kugel l mit einem Zapfen eingelackt. Dieſe Kugel hat ¼ Zoll im Durchmeſſer, und es hängt an ihr, wie in einem Volta'ſchen Strohhalm-Elektrometer, ein Strohhalm m, an einem ſehr feinen Silberdrahte in einem Häkchen.

Muß man die zu prüfende Elektricität zuvor condenſiren, und fürchtet einen Verluſt, indem man die E vom Condenſator zur Kugel überträgt, ſo ſchraube man die

Digitized by Google

Glasröhre i l heraus, und ſchraube dafür bey h den hölzernen Stock h n ein (Fig. 44.). Dieſer trägt ein viereckiges Meſſingblech q q mit aufgebogenen Rändern, und unten eine Tille n, in welche der Stock feſt geleimt iſt. In die Platte ſetzt man das Volta'ſche Strohhalm-Elektrometer r mit der Condenſatorplatte s s. An der untern Platte hängt ebenfalls ein Strohhalm m, wie an der Kugel l. Hat man auf die gewöhnliche Art die unmerkliche E condenſirt, und zeigt das Elektrometer ihren Grad an, ſo nähert man, um ihre Art zu unterſuchen, beyde Eicheln durch Anziehen des Knopfes b.

Dieſen beyden Eicheln p, p muß man vorher ſuchen eine gleich große Menge, der einen von + E, der andern von — E zu geben, und das läßt ſich am beſten auf folgende Art bewerkſtelligen. Man nimmt eine kleine Flaſche, wenn auch nur von 12 Quadratzollen Beleg, die einen iſolirenden Griff von Glas am äußern Belege hat, und ladet ſie inwendig mit + E. Nun faßt man ſie bey dieſem Griffe an, und bringt ſie an die beyden Eicheln p, p des offenen Inſtrumentes, ſo daß der innere Knopf die Eichel rechter Hand, und das äußere Beleg die Eichel zur linken Hand berührt, und beyde Funken erhalten. Beyden Eicheln werden auf dieſe Art gleich ſtarke Grade von E, nur der einen + der andern — E mitgetheilt.

Da nun beyde durch den Mechanismus des Inſtruments in gleicher Zeit durch gleiche Räume dem Strohhalme genähert werden, ſo muß ſchon in einiger Entfernung die eine Eichel, z. B. die mit + E geladen iſt, den Strohhalm, wenn die zu unterſuchende E auch + E wäre, eben ſo ſtark abſtoßen, als die andere — E Eichel ihn anzieht. Die Bewegung des Strohhalmes wird alſo eigentlich doppelt ſo groß, aber auch um ſo viel auffallender, und der Erfolg um ſo viel zuverläſſiger.

Eine andere Vorrichtung dieſer Art hat Herr D. Joſ. Weber *) angegeben, welche er mit dem Namen Elek-

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LV. S. 333.

tricitätsweiſer (Elektrophantes) beleget. Es beſteht nämlich dieſe bloß in einem an einem Seidenfaden aufgehängten Korkkügelchen, welchem mit einem an Thierhaaren geriebenen Metallblättchen die — E iſt mitgetheilet worden. Wird nämlich der Kork von einem angenäherten Körper abgeſtoßen, ſo iſt er mit dem Kork gleichnamig, folglich — E, wird er aber von dem Kork angezogen, ſo iſt ſeine Elektricität der des Korks entgegengeſetzt, mithin + E. — Daß nach dieſer längſt bekannten Weiſe die Art der Elektricität zu prüfen nicht zuverläſſig iſt, war eben der Grund, warum Herr D. Kleefeld eine genauere Vorrichtung ſich ausdachte.

Noch eine andere hieher gehörige Einrichtung hat Herr **Behrens** *), der erſte, welcher eine trockene Volta'ſche Säule zu Stande brachte, unter dem Namen eines Elektrometers angegeben. Seine Verſuche über die Säule mit Goldpapier hatten ihn überzeuget, daß dieſer Apparat ein wahres elektriſches perpetuum mobile ſey. Dadurch wurde er auf folgende Schlüſſe geleitet: Wenn in der Mitte zwiſchen den entgegengeſetzten Polen zweyer ſolcher gleich ſtarker und nicht iſolirter Säulen ein iſolirtes Goldblättchen aufgehängt wäre, ſo würde dieſes, vermöge der gleichen Kräfte beyder Säulen, von ſeiner ſenkrechten Richtung nicht abweichen. Würde nun aber dem Goldblättchen ein elektriſcher Körper genähert, ſo müßte es vom + Pole der einen oder vom — Pole der andern Säule angezogen werden, je nachdem der genäherte Körper — E oder + E hätte. Nach dieſer Idee verfertigte er folgendes Inſtrument, welches durch Verſuche ſeine Schlüſſe vollkommen beſtätigte:

Fig. 45. ſtellt einen ſenkrechten Durchſchnitt des Inſtrumentes vor, auf $\frac{1}{4}$ des Längenmaaßes reducirt. Der vom Holz gedrehete Fuß a b c d e hat zwiſchen d e eine Höhlung, in welche das Glas g f h geſetzet und befeſtiget iſt. Die obere Faſſung g k f dieſes Glaſes iſt in der Mitte

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXIII. S. 24. ff.

ausgedrehet, und in die Oeffnung die lackirte Glasröhre k i gekittet. Die Faſſung i l dieſes letzten iſt im Mittelpunkte durchbohrt, und durch dieſelbe geht gedrängt, aber verſchiebbar, der Draht o ſ, der vermittelſt der Zange S ein Goldblättchen r ſ trägt. Das Glas iſt an zwey entgegengeſetzten Seiten durchbohrt, und in den Oeffnungen ſind die kleinen Röhren m und n befeſtiget. Dieſe ſind von innen und von außen mit Siegellack überzogen, und durch dieſelben gehen zwey, im Glaſe nach oben außer demſelben aber nach unten gebogene, ½ Linie breite Bleche m d und n e, welche beyde in den Röhren verſchiebbar ſind. Senkrecht unter jedem Oehr d und e der eben erwähnten Bleche ſind in den Vorſprung a des Fußes, an jeder Seite, drey dünne, mit Siegellack überzogene Glasröhren eingeſetzt, wovon nur die zunächſt am Fuße ſtehenden x und y gezeichnet ſind. Zwiſchen dieſen Röhren ſind zwey elektriſche Säulen, aus Meſſingblech, Stanniol und Goldpapier aufgeſchichtet. Jede Säule beſtehet aus einigen 40 Schichtungen, und jede iſt in der entgegengeſetzten Ordnung der andern gebauet, ſo daß x den — Pol y aber den + Pol oben hat. Beyde unterſte Platten der Säulen ſind durch einen Draht unter ſich, und zugleich durch eine Stanniolſcheibe, womit die unterſte Fläche des Fußes belegt iſt, mit der Erde verbunden. Die Deckplatten der Säulen, (Dreyecke von Blech, durch welche die Röhren gedrängt gehen) ſtehn durch ſpiralförmig gewundene Drähte x d und y e mit den Blechen m d und n e in Verbindung, und letztere werden durch die Federkraft der Spiralkräfte in der gehörigen Lage erhalten.

Sind die Bleche ſo geſtellt, daß das Goldblättchen in der Mitte zwiſchen beyden hängt und nähert man der Deckplatte c des Inſtruments eine geriebene elektriſche Glasröhre, ſo weicht das Goldblättchen ſogleich nach m ab, und kommt leicht zum Anſchlagen; dagegen divergirt es nach n, wenn eine geriebene elektriſche Siegellackſtange nahe gebracht wird.

Digitized by Google

Regeln für den Gebrauch ſind: 1. der elektriſche Körper muß nur langſam genähert werden. 2. Hat das Goldblättchen angeſchlagen, ſo muß der Draht o vor der Wiederholung eines zweyten Verſuchs ableitend berühret ſeyn.

Dies Behrens'ſche Elektrometer iſt von dem Univerſitäts-Mechanikus Herrn Buzengeiger in Tübingen mit einigen Abänderungen ausgeführet worden, wodurch es weit einfacher und weniger wandelbar wird. Von dieſem ſehr empfindlichen Inſtrumente hat der Herr Prof. v. Bohnenberger *) folgende Beſchreibung gegeben:

Das Elektrometer iſt in einem $3\frac{1}{2}$ Pariſ. Zoll hohen und $2\frac{1}{2}$ Pariſ. Zoll weiten cylindriſchen Glaſe enthalten, welches mit einem meſſingenen Deckel verſehen iſt. Zwey trockene elektriſche Säulen, die jede aus 400 Scheibchen zuſammengeleimten Gold- und Silberpapiers von 3 Linien Durchmeſſer beſteht, und ſich in einer gefirnißten Glasſäule befindet, ſind die eine mit ihrem poſitiven, die andere mit ihrem negativen Pole an dem Deckel angeſchraubet, ſo daß ſie, wenn der Deckel aufgeſetzet iſt, vertikal herunterhängen; und auf dem Deckel iſt die Verſchiedenheit der beyden anliegenden Pole durch + und — angezeigt. Unter jeder Säule befindet ſich eine etwas vorſtehende, abgerundete meſſingene Faſſung, welche noch $\frac{1}{4}$ Zoll von dem Boden und einige Linien von dem Rande des Glaſes abſteht, und mit der das untere Ende der Säule in leitender Gemeinſchaft ſtehet. Die Axen der beyden Säulen ſind 1'' 7''' von einander entfernet, und können einander noch näher gebracht werden.

Der elektrometriſche Körper iſt ein $2\frac{1}{2}$ Zoll langes und 3 Linien breites Goldblättchen, welches genau in der Mitte zwiſchen beyden Säulen und mit ihren Axen parallel, an dem untern Ende eines Drahtes hängt, der ſich in einer innen und außen gefirnißten Glasröhre befindet, welche

---

*) Tübinger Blätter für Naturwiſſenſchaften und Arzneykunde. B. I. S. 380.

Digitized by Google

durch den Mittelpunkt des Deckels geht. Der Draht geht durch einen Korkſtöpſel, der die Röhre von oben verſchließt, und berührt ſie beſſerer Iſolirung halber nirgends. Er endiget ſich oben mit einer Kugel, auf welche ſich eine Condenſatorplatte aufſchrauben läßt.

Daß bey dieſer Einrichtung die Säulen nicht, wie in Behrens Elektrometer außerhalb, ſondern innerhalb des Glaſes angebracht ſind, ſichert ihre Lage beſſer, und ſchützt ſie gegen Feuchtigkeit, Staub und andern Unrath, ſo daß ſie beſtändig ungefähr gleich ſtark elektriſch bleiben.

Will man dies Elektrometer brauchen, ſo verbindet man den metallenen Deckel durch einen Draht mit der Erde, und berührt den Knopf des Drahts mit einem guten Leiter (welches die trockene Hand nicht iſt), um ſicher zu ſeyn, daß er keine freye Elektricität behalte. Da die metallenen Faſſungen, zwiſchen welchen das Goldblättchen genau in der Mitte hängt, in gleichem Grade, die eine poſitiv, die andere negativ-elektriſch ſind, ſo ziehen ſie das Goldblättchen mit gleicher Kraft an, bis dieſem durch den Draht, an welchem es hängt, Elektricität zugeführet wird. Sogleich nähert es ſich der Faſſung, welche in dem entgegengeſetzt elektriſchen Zuſtande iſt, indem es von ihr angezogen, von der andern abgeſtoßen wird, kommt mit ihr in Berührung, wird dann von ihr abgeſtoßen, ſchlägt an die andere Faſſung an, und geht ſo lange zwiſchen beyde hin und her, bis es ſich an einer der beyden Säulen anhängt, von der es durch ableitende Berührung des Drahtes und eine kleine Erſchütterung leicht wieder los zu machen iſt. Die Art der zu unterſuchenden Elektricität zeigt das Zeichen derjenigen Säule auf dem Deckel, deren unterm Ende das Goldblättchen ſich zuerſt nähert, oder deren unteres Ende bey ſtärkerer Elektricität zuerſt berühret wird.

Sollen mittelſt dieſes Elektrometers ſtarke Elektricitäten unterſuchet werden, ſo nähert man den elektriſchen Körper langſam der Kugel des Drahtes, bis man deutlich bemerkt, daß das Goldblättchen ſich einer der beyden

Säulen nähert; das geſchieht z. B. bey einer geriebenen Siegellackſtange ſchon in 3 Fuß Abſtand, nach der Säule zu, welche oben mit — bezeichnet iſt. Hat man es mit ſchwachen Elektricitäten zu thun, ſo muß man den elektriſirten Körper viel näher, ja vielleicht in Berührung mit der Kugel bringen, ehe das Goldblättchen ſich bewegt. In dem letztern Falle iſt die Elektricität ſo ſchwach, daß das gewöhnliche Bennet'ſche Elektrometer ſie nicht mehr anzeigt. Bey noch ſchwächern Graden ſchraubt man die Condenſatorplatte auf die Kugel, und es iſt am zweckmäßigſten, ſie ſo zu brauchen, daß ſie die Stelle des Deckels des gewöhnlichen Condenſators, und eine zweyte mit einer gläſernen Handhabe verſehene Platte die Stelle der Baſis vertritt. Beyde ſind an den Flächen, mit welchen ſie auf einander gelegt werden, mit einer dünnen Schicht Bernſteinfirniß überzogen. Nachdem man die untere Fläche der aufgeſchraubten Platte oder des Drahts des Elektrometers ableitend berühret hat, ſetzt man die zweyte Platte auf, und bringt, während man dieſe obere Platte ableitend berührt, mit der untern oder ihrem Drahte den Körper in Berührung, deſſen Elektricität man unterſuchen will, und nimmt, nachdem man beyde Verbindungen wieder aufgehoben hat, die obere Platte mittelſt ihrer gläſernen Handhabe weg, wobey man genau darauf achten muß, welcher der beyden Säulen das Goldblättchen ſich zuerſt nähert. Das Zeichen dieſer Säule giebt dann die Art der Elektricität an. Drückt man z. B. ein kleines Zinkſcheibchen von ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer an die untere Fläche der untern Platte mit dem Finger an, während man die obere Fläche der oberen Platte ableitend berühret, ſo nähert ſich beym Abheben der obern Platte das Goldblättchen deutlich der mit — bezeichneten Säule.

Bringt man den elektriſirten Körper mit der obern Platte in Berührung, welches in vielen Fällen bequemer iſt, während man die untere Platte ableitend berühret,

Digitized by Google

ſo iſt die Elektricität deſſelben die entgegengeſetzte der des Elektrometers, und alſo auch der, welche das vorige Verfahren zeigt. In manchen Fällen muß man ſich eines Drahts mit iſolirendem Handgriffe zur Verbindung des elektriſirten Körpers mit der Condenſator-Platte bedienen.

Elektrometer (Zuſ. zu S. 358. Th. VI.). Herr Marechaux *) hat ein Elektrometer angegeben, mit welchem die geringſte Menge von Elektricität ohne Beyhülfe des Condenſators gemeſſen werden kann. Er nennt es Elektro-Mikrometer oder auch Mikro-Elektrometer, und hat folgende Einrichtung: In einem ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll weiten, und 5 bis 6 Zoll hohen Glascylinder hängt ein Silberblättchen an einer kleinen Zange, die ſich höher oder niedriger bringen läßt, je nachdem die Länge des Silberblättchens es erfordert. Auch läßt ſich die Vorkehrung, welche die Zange trägt, horizontal bewegen, und das Silberblättchen ſich dadurch in beliebige Entfernungen von einer Kugel bringen. Dieſes iſt der eine Pol des Inſtruments.

Durch den gläſernen Cylinder iſt ungefähr 1″ über der Scheibe, auf der er befeſtiget iſt, ein kleines rundes Loch gebohrt. Durch dieſes Loch geht das Ende einer Mikrometerſchraube, die von der Dicke eines ſtarken Federkiels und ſehr ſorgfältig geſchnitten iſt. Sie führt ein äußerſt feines und dabey doch tiefes Gewinde, 50 Gänge auf einen rheinländ. Zoll. Die Schraubenmutter beſteht aus zwey Stücken, und iſt, um alles Wanken zu verhüten, wenigſtens $\frac{3}{4}$ Zoll lang. Das Ende dieſer Schraube trägt eine kleine Kugel, die erſt darauf geſchraubet werden kann, wenn dieſes Ende durch die Oeffnung im Cylinder durchgeſtochen iſt. Dabey iſt die Einrichtung ſo getroffen, daß die Spindel, wenn ſie gedrehet wird, die Seiten der Löcher nicht berühret, um alle Reibung des Glaſes zu vermeiden. Die Mikrome-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XVI. S. 112. ff.

Digitized by Google

terſchraube ſelbſt trägt eine Scheibe $3\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, die in 360 Theile eingetheilet iſt, und folglich jede Umdrehung noch in 360 Theile abtheilet. Auf dieſe Art iſt man alſo im Stande, den Wirkungskreis beyder Elektricitäten in 18000tel eines rheinländ. Zolles zu beſtimmen. An dem Geſtelle, woran die Mutter der Mikrometerſchraube befeſtiget iſt, befindet ſich eine kleine Säule, die über die Scheibe hervorragt, und eine Schneide trägt, die den Grad genau bezeichnet.

Will man dies Inſtrument, das durch die Glasſcheibe, auf welcher es ruht, vollkommen iſolirt iſt, gebrauchen, ſo ſtellt man zuerſt die Scheibe ſo, daß ihr Null-Grad unter dem Zeiger zu ſtehen kommt. Dann nähert man mittelſt der Stellſchraube, welche die Zange führt, das Silberblättchen der Kugel allmählig immer mehr, bis kein Lichtſtrahl mehr zwiſchen dem Silberblatte und der Kugel hindurch kommt. Das iſt der Berührungspunkt und der 0° für den Wirkungskreis beyder Elektricitäten. Um ſich zu verſichern, daß man das Silberblättchen ſo viel wie möglich genähert hat, ohne es aus der ſenkrechten Lage zu bringen, dreht man jetzt, und zu verſchiedenen Malen, die Mikrometerſchraube um einen Gang zurück, und ſieht, wie ſich das Blättchen verhält, wenn man die Kugel demſelben wieder nähert. Iſt das Inſtrument auf dieſe Art ſorgfältig geſtellt, ſo dreht man nun die Mikrometerſchraube um einen vollen Gang zurück; man hat dann zwiſchen dem Silberblättchen und der Kugel eine Entfernung = dem 50ſten Theile eines rheinländ. Zolles, und dieſen Abſtand kann man wieder mittelſt der Scheibe nach Belieben eintheilen, indem auf der Scheibe von $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, vermöge der ſcharfen Schneide, unter welcher ſie ſich dreht, ſich noch halbe, ja, wenn es nöthig ſeyn ſollte, ſogar noch Viertelgrade wahrnehmen laſſen.

Eine Vorrichtung, die an der Scheibe angebracht iſt, auf welcher der Cylinder ruht, dient, um den Beobachter zu überzeugen, ob der perpendikulaire Stand der

Silberblättchen durch eine anziehende Kraft wirklich afficirt worden ſey. Vermöge ihrer wird nämlich ein feiner Seidenfaden in der Ebene geſpannt gehalten, in welcher das Silberblättchen hängt. Man kann dieſen Seidenfaden durch Schrauben in horizontaler und perpendikulairer Richtung bewegen, und dadurch dem Silberblättchen überall folgen. Nun ſieht man gleich, ob das Silberblättchen noch mit dem Faden in derſelben Ebene hängt, oder ob eine kleine Abweichung ſtatt findet.

Herr **Maréchaux**, welcher dies Elektrometer vorzüglich zur Meſſung der elektriſchen Kraft beyder Pole einer Säule an einander erfunden hatte, bemerket, daß es ſo empfindlich iſt, daß, wenn man eine dünne Glasröhre ein Paar Mal reibt, und ſie vor dem Kopfe des Inſtruments in der Entfernung mehrerer Zolle ſchweben läßt, man ſchon eine Elektricität erhält, zu deren Ausmeſſung das Inſtrument keinen Raum mehr hat.

Herr Prof. **Ermann** *) unterwarf die Elektro-Mikrometer des Herrn **Maréchaux** einer kritiſchen Prüfung, indem Herr **Maréchaux** an der **Volta**'ſchen Säule (von ihm beſchriebene trockene) durch ſein Inſtrument wollte bemerkt haben, daß die Intenſität der elektriſchen Kraft der Säule unter einerley Umſtänden ſich verändere, welches aber Herrn **Ermann** nicht einleuchten wollte. Es ſtießen ihm einige Zweifel gegen **Maréchaux**'s Behauptung aus dem Mechanismus und aus dem Baue des Elektro-Mikrometers auf, indem er bemerkte, daß, wenn man für einen gegebenen Augenblick die größte Entfernung beſtimmt hatte, aus welcher die Anziehung des Goldblattes eben ſtatt fand, man oft nach einer gewiſſen Zeit dieſe Entfernung geringer oder größer finden kann, ohne daß es erlaubt ſey, daraus zu ſchließen, die Intenſität der Säule, oder das Vermögen ihrer Leiter habe ſich während der Zeit wirklich geändert.

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXV. S. 18. ff.

Der Grad der Iſolation, welchen die äußere Fläche des gläſernen Gefäßes, worin der Streifen hängt, gewährt, iſt nothwendig ſehr veränderlich. Nur wenn dieſe Iſolation ganz abſolut iſt, kann der Grad der Entfernung, aus welcher das Anſchlagen noch Statt findet, als das Maas der abſoluten Intenſität der Säule angeſehen werden. Sobald nur die geringſte Ableitung von einem Pol zum andern längs der Glasröhre Statt findet, zeigt das Inſtrument nur den Ueberſchuß des nicht abgeleiteten Effects. Iſt alſo bey der erſten Meſſung die Iſolation vollkommener oder unvollkommener geweſen, als bey der zweyten dazu gehörigen, ſo würden wir auf eine Abnahme oder Zunahme der Intenſität ſchließen, die doch nur ſcheinbar iſt. Nun iſt aber durch tauſenderley Urſachen der hygroſkopiſche Zuſtand einer Glasfläche in einem ſteten Wechſel, und ſo geringe die Unterſchiede an und für ſich ſeyn mögen, ſo ſind ſie doch hinreichend, um Abweichungen von vielen $\frac{1}{19440}$ eines Zolles in der elektriſchen Anziehung zu geben.

Wenn das negative Metallblatt in einer ſolchen Entfernung von dem poſitiven Knopfe hängt, daß es bey dem gegebenen Zuſtande der Säule und des Inſtrumentes nicht bis zur Berührung angezogen werden kann, ſo wird eine jede zufällige, von außerweſentlichen Urſachen hervorgebrachte Oscillation des Blattes dieſes Anſchlagen bewirken, indem durch dieſe Bewegung das elektroſkopiſche Blatt der Anziehungsſphäre des geladenen Knopfes näher gebracht wird, und nunmehr aus dieſer geringern Entfernung bis zum Anſchlagen gelangen kann, ohne daß ſich in der abſoluten Intenſität der Säule das Mindeſte geändert hätte. Dieſer Täuſchung ſind wir beym Gebrauch des Elektro-Mikrometers ganz außerordentlich ausgeſetzet.

Der Körper des Elektrometers hat eine kreisrunde Oeffnung, um den an der Welle befindlichen Knopf durchzulaſſen. Durch die freye ringförmige Oeffnung rund um die Welle, welche über $\frac{1}{3}$ Linie beträgt,

kann die äußere Luft in das Innere des Inſtrumentes hinein und herausſtrömen, und ſo dem höchſt beweglichen Metallſtreifen zufällige Bewegungen mittheilen. Die durch das Aufſtehen und Entfernen, oder durch das Annähern des Beobachters in Bewegung geſetzte Luft, pflanzt ſich wellenförmig durch die ringförmige Oeffnung in den Körper des Elektrometers fort, und verurſachet Schwingungen des Streifens, die mannichmal ſogar für das Auge bemerklich werden, in jedem Falle aber ihn um mehrere $\frac{1}{19440}$ Theile des Zolles der anziehenden Kugel näher bringen, worauf das Anſchlagen erfolgen muß. Eine raſche Bewegung mit der flachen Hand in einer gewiſſen Richtung, das Blättern in einem Hefte, das Oeffnen der Thür im Zimmer, ſelbſt das Zuſchlagen einer Thür im zweyten und dritten Zimmer, wurde abſichtlich geprüft, und Herr Ermann fand, daß ſehr oft das Anſchlagen des elektroſkopiſchen Streifens dadurch bewirkt wurde, aus einer Ferne, die das dermalige Maas der Intenſität um mehrere hundert Grade überſtieg. Die Richtung und die Kraft dieſer Luftſtäbe ſind ſo veränderlich, je nachdem eine Menge von Zufälligkeiten ſo oder anders zuſammentreſſen, daß dieſe Wirkung durchaus ſich nicht berechnen läßt, und folglich an keine Correction der Beobachtungen für dieſes Element zu denken iſt. Herr Ermann hat nachher dieſem weſentlichen Mangel dadurch abgeholfen, daß er die Welle, welche den Ausladeknopf trägt, mit einem Ueberwurf von Kork verſah, und dieſen ſo luftdicht wie möglich in die kreisrunde Oeffnung des Gefäßes zwängte. Dadurch wurde nun jeder Luftzug vom Innern des Inſtrumentes abgehalten, und der Gang der Beobachtungen wurde um ſehr vieles zuverläſſiger; doch entſtand nebenbey ein Mangel, der viel Behutſamkeit von Seiten des Beobachters erfordert. Die iſolirte Welle, die in der Axe des Korkes eingepaßt iſt, kann nunmehr bey den Umdrehungen, die man ihr mittheilet, durch Reibung an Kork ſehr leicht Elektricität erregen, und zwar

Digitized by Google

in verſchiedenen Graden, nach Maasgabe der Umſtände; hierdurch entſtehen aber neue Zufälligkeiten bey dieſen Beobachtungen, die deren nur zu vielen unterworfen ſind.

Eine andere Hauptquelle der unangenehmſten Täuſchungen beym Gebrauche des Elektro-Mikrometers iſt die unmerkliche Verrückung des Nullpunktes. Alles kommt nämlich darauf an, daß man beym Anfange einer Reihe von Beobachtungen mit der ſchärfſten Genauigkeit den Punkt beſtimmt, wo der frey herabhängende, nicht geladene Metallſtreifen den Scheitelpunkt der Krümmung des Knopfs ſo eben berührt. Auf dieſen Punkt der Berührung bey o Anziehung beziehen ſich nachher alle folgende Beobachtungen, indem man die verſchiedenen Grade der Entfernung, wo das geladene Blatt nachher zum Anſchlagen kommt, von dieſem als unverändert gedachten Punkte an, immerfort zählt, um die Ab- und Zunahme der jedesmaligen Intenſität zu ſchätzen. Nun aber wird man unzählige Mal wahrnehmen, daß am freyen und nicht geladenen Mikro-Elektrometer meiſtentheils nach 24 Stunden, oft aber ſchon nach einer Stunde dieſer Nullpunkt ſich beträchtlich geändert hat, ſo daß beym Wiederaufſuchen deſſelben der ungeladene Streifen um 20 bis 40 Grad früher oder ſpäter, als man bey der urſprünglichen Normalbeſtimmung gefunden hatte, in die Berührung kommt. Daß durch eine ſolche eingeſchlichene Verrückung alle Beobachtungen, die ſich auf die vorausgeſetzte Identität des Nullpunktes gründen, einen hohen Grad von Unzuverläſſigkeit erhalten, iſt leicht einzuſehen. Wenn man nun aber bedenkt, wie erſtaunend geringe die Abweichung von der vertikalen Richtung zu ſeyn braucht, um ein höchſt bewegliches Pendel um mehrere $\frac{1}{10440}$ Theile eines Zolles aus ſeiner urſprünglichen Lage zu bringen, ſo wird man leicht die zufälligen Urſachen dieſer Verrückung auffinden.

Die Unterlage, auf welcher das Inſtrument ſteht, müßte völlig unbeweglich ſeyn, ſollten nicht Abweichun-

gen von der vertikalen Richtung des Elektrometers entſtehen, die das Vor- oder Zurückfallen des Streifens aus der normalen ſenkrechten Lage zur Folge haben müſſen. Kein Tiſch iſt feſt genug, um nicht in einem bewohnten Zimmer nach einigen Tagen eine ſehr bedeutende Abweichung von der urſprünglichen vertikalen Lage des mikroelektrometriſchen Pendels zu verrathen. Selbſt die eingemauerten Fenſterbretter geben ſolche Abweichungen, obzwar geringer; das Hin- und Herziehen des Holzes und der ganzen Mauer durch pyrometriſche und hygrometriſche Einwirkungen verurſacht hier ebenfalls eine Neigung des Inſtruments, welche den Streifen bedeutend aus ſeiner Lage verrückt, und ſo auf Ab- oder Zunahme der elektriſchen Intenſität ſchließen macht, die doch nur ſcheinbar ſind. Wird vollends die Unterlage des Inſtruments von der Sonne getroffen, ſo iſt die pyrometriſche und hygroſkopiſche Wirkung, und die daher rührende Abweichung um vieles bedeutender. Man kann mit einer ſehr empfindlichen Waſſerwage, oder mit einem künſtlichen Horizont dieſes Schwanken der horizontalen Flächen dieſer Unterlagen deutlich genug wahrnehmen; beym Mikro-Elektrometer wird es aber noch viel auffallender.

Noch ein anderer Grund der Verrückung des Nullpunktes liegt in der pyrometriſchen Ausdehnung des Metalls und Glaſes des Inſtrumentes ſelbſt. Die Ausdehnung der Welle bringt den Knopf dem Streifen näher, und giebt folglich ſcheinbare Verminderung der elektriſchen Intenſität; dehnt ſich hingegen das metallene Geſtell verhältnißmäßig mehr aus, als die Welle, ſo wird der Streifen von der Ausladekugel entfernt, und wir erhalten ſcheinbare Zunahmen der Intenſität. Dieſen letzten Fall glaubt Herr Ermann am häufigſten gefunden zu haben. Wenn er nämlich den Nullpunkt ganz ſcharf beſtimmt hatte, dann die Kugel zurückſchraubte, und das bloße Elektrometer ohne Verbindung mit der Säule der Sonne ausſetzte, ſo fand er in der Regel, daß ſich der Streifen vom urſprünglichen Nullpunkt entfernt hatte. Da er

zu dieſer Prüfung das Werkzeug auf die Steinplatte des gemauerten Poſtaments einer Sonnenuhr im freyen Felde aufgeſtellet hatte; ſo glaubet er den Parallelismus dieſer Fläche annehmen zu dürfen, ohne doch bey ſehr ſtarker Erhitzung des Gemäuers ſich dafür verbürgen zu wollen. Kurz, ſelbſt da fand er ein ſehr beträchtliches Schwanken des Nullpunktes, welches die Beobachtungen im Sonnenſcheine ſehr unſicher machte, und Correctionen erforderte, deren Element gar nicht zu beſtimmen war. Das einzige Mittel wäre, bey jeder zweyten Beobachtung das Inſtrument ganz zu entladen, und die Identität des dermaligen Nullpunktes mit der des vorigen unmittelbar zu ſuchen. Dies Verfahren bringt aber andere nicht unbedeutende Nachtheile mit ſich.

Herr Ermann glaubt, daß mehr Maſſe, feſtere Verbindungen und mehr Einfachheit in der Organiſation des Werkzeuges, daſſelbe beym Gebrauche außerordentlich viel ſicherer und beſtimmter gemacht hätte. Vorzüglich ſollte die Mutter, worin die Mikrometerſchraube ſich beweget, und die eigentlich die Seele des Ganzen iſt, an einem ausnehmend feſten und unerſchütterlichen Theile angebracht ſeyn; und gerade dieſes ſo weſentliche Stück hat die größte Schwäche erhalten.

Es giebt noch einen ſehr verfänglichen Grund der Täuſchungen bey den Schätzungen der Intenſitäten der Säule durch das Mikro-Elektrometer. Wenn bey einer gegebenen Beobachtung das Blatt zum Anſchlagen gekommen iſt, ſo hängt es nunmehr feſt am Entbindungsknopfe, und um die folgende vergleichende Beobachtung anſtellen zu können, muß man zu allererſt den Streifen wieder frey machen. Dazu gehört, daß man die Zuleitungsdrähte der Säule vom Elektrometer entfernt, um es zu entladen, um nachher durch eine leiſe Erſchütterung die Cohärenz des Metallblattes zu überwinden. Dieſe Erſchütterung, ſo leiſe ſie auch iſt, kann unſtreitig den Nullpunkt in etwas verrücken, wegen der ſo

ſehr großen Empfindlichkeit des Inſtrumentes. Viel wichtiger iſt indeß noch folgender Umſtand. Wenn wir zur zweyten correſpondirenden Beobachtung ſchreiten, legen wir die Zuleitungsdrähte wieder an das Inſtrument. Wer kann uns aber verbürgen, daß ſie in einer zweyten Anlegung eben ſo innige und continuirlich-leitende Berührungspunkte treffen werden, als in der vorigen Anlegung, oder auch, daß ſie nicht beſſere gefunden haben? Wem iſt nicht bekannt, wie ungeheuer groß oft der Unterſchied der Leitungskraft iſt, in den verſchiedenen Punkten einer und derſelben Platte, eines Drahts, oder einer Kette, wo das Auge keinen Unterſchied wahrzunehmen vermag, und wo doch durch eine unmerkliche Oxydation, oder einen nicht aufzufindenden fremdartigen Ueberzug der Oberflächen, oft jede Zuleitung gehemmt, oder doch ungemein geſchwächt wird? Man ſieht daraus nicht ein, wie bey dieſer Methode der Entladung nicht die bedeutendſten Unterſchiede in den angegebenen Graden nothwendig Statt finden ſollten, wenn auch kein einziger der oben angeführten Gründe exiſtirte. Herr Ermann ſuchte dieſem wichtigen Mangel dadurch abzuhelfen, daß er das Elektrometer und die Säule entladet, ohne die Polardrähte aus ihrer Lage und ihren Berührungspunkten zu entfernen. An einem hervorragenden Stifte des obern Theils des Elektrometers hängt ein beweglicher Metalldraht, deſſen anderes Ende den untern Theil des Inſtrumentes erreichen kann. Findet dieſe Berührung oben und unten wirklich Statt, ſo iſt das Elektrometer entladen, und der Kreis geſchloſſen. Zieht man aber den Draht vom untern Theile ab, ſo ladet ſich das Elektrometer von neuem. Dieſes Abziehen geſchiehet am beſten vermittelſt eines kleinen iſolirten Ständers, den man nur zurückzuſchieben braucht; dadurch erhält man dabey den weſentlichen Vortheil, daß die Säule ſtets iſolirt und ſich ſelber überlaſſen bleibt. Um die Cohärenz des Blattes zu überwinden, ohne die Iſolation zu unterbrechen und ohne das Werk-

zeug zu ſehr zu erſchüttern, trägt der entladende Stab an ſeinem untern Ende eine kleine metallene Kugel, deren Maſſe beym Anſchlagen gegen den untern Theil des Elektrometers eine kleine Erſchütterung des Ganzen hervorbringt, die das Blatt löſt, ohne doch die Lage des ganzen Inſtrumentes gar zu merklich zu afficiren. Seitdem Herr Ermann dieſe Vorrichtung anwandte, wurden größtentheils die zuletzt erwähnten Zufälligkeiten gehoben.

Uebrigens bemerket Herr Ermann noch, daß in Libes phyſikaliſchem Wörterbuche, Artickel Elektrometer ein Mikro-Elektrometer beſchrieben werde, welches blos eine Modiſication des Maréchaux'ſchen ſey, und daß es ſich mit Unrecht Herr Veau-de-Launay als ſeine Erfindung zugeeignet habe. Die Fig. 46. bildet dies Werkzeug ab: A B iſt nämlich ein aus Glastafeln zuſammengeſetzter Behälter, deſſen obere Wand mit Siegellack überzogen iſt; C iſt ein geſirnißtes Fußgeſtelle von Holz; D eine Schraube mit ſehr feinem Gange; jeder zu $\frac{1}{2}$ Millimeter; E eine Glasſcheibe, deren Rand in 360° eingetheilet iſt; F ein meſſingener Stab, der ſich herein und herausziehen läßt; G eine meſſingene Scheibe auf einen Stiel geſchraubt, der an ſeinem untern Ende eine Zange trägt, worin die Metallblättchen eingeklemmt ſind; H ſind äußerſt dünne Kupferblättchen; I iſt eine meſſingene Spitze, die anſtatt der Scheibe G auf den Stiel geſchraubet werden kann.

K ſind zwey Zangen, wovon die erſte einen einzelnen Goldſtreiſen, die andere zwey bewegliche Halme trägt, und die in H an der Stelle der Metallblättchen eingeſchraubet werden können. L iſt ein Streiſen Meſſing, der die Anzahl der Schraubengänge angiebt, und die Grade auf der Scheibe beſtimmt.

Wenn man äußerſt geringe Intenſitäten zu meſſen hat, wird der Stab F zurück gezogen, und mit dem einzelnen Streiſen werden die Grade gemeſſen vom Nullpunkte an, bis da, wo das Anſchlagen ſtatt findet.

Digitized by Google

Herr Ermann ſcheint aus der Zeichnung dieſes Inſtrumentes zu erhellen, daß die Mikrometerſchraube ebenfalls keinen unwandelbaren Gang haben könne, es müßte denn die in die Glaswand eingekittete Mutter eine bedeutende Länge erhalten haben, aber ſelbſt dieſes würde wenig helfen; die Welle müßte durchaus einen zweyten Unterſtützungspunkt haben, in welchem ſie ſich drehete; nur dadurch kann man ganz verhindern, daß ſie nicht koniſche Revolutionen beſchreibe. Es iſt ferner nicht abzuſehen, wie der Nullpunkt mit Genauigkeit zu finden iſt, da das Fußbrett keine Stellſchrauben hat. Man kann endlich an dieſem Inſtrumente keinen iſolirenden Entlader anbringen. Der weſentlichſte Vorzug deſſelben iſt, daß es verſchloſſen iſt, und alſo das Goldblatt nicht dem Spiele des Luftzuges Preis giebt. Ferner kann man damit die Intenſitäten durch die Repulſion meſſen, welches oft vortheilhaft und bey kräftigen Säulen unumgänglich nöthig iſt; denn bey dieſen iſt das Maréchaux'ſche durchaus nicht anwendbar, weil gleich beym erſten Anſchlagen der entſtehende Funke den ganzen untern Theil des Streifens verzehret. Nebenbey wird es auch wohl nicht ohne Nutzen ſeyn, daß man an demſelben Werkzeuge unter denſelben Umſtänden, die Grade der Anziehung und die der Zurückſtoßung unmittelbar vergleichen kann.

Herr Parrot *), welcher ſeinen erſten Verſuchen zu Folge mit den Coulomb'ſchen ein widerſprechendes Reſultat erhalten hatte, (m. ſ. Elektricität), hatte auf eine andre Art mit Hülfe der Elektrometer genauer zu beſtimmen geſuchet, ob das von Coulomb gefundene Geſetz ſich beſtätige, oder ob es falſch ſey. Hier war aber zuerſt dieſe Frage zu erörtern: kann man ſich auf die Anzeige unſerer Elektrometer in Hinſicht der quantitativen Elektricität ſicher verlaſſen?

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LXI. S. 263.

Herr Parrot meint, daß die Einwirkung der metalliſchen Ableitungen, welche an den Seiten der Goldblatt-Elektrometer angebracht ſind, um das Goldblatt bey dem Anſchlagen an der Glaswand nicht an derſelben ankleben zu laſſen, und überhaupt die an der innern Oberfläche des Glaſes durch die Verſuche ſich anhäuſende Elektricität abzuleiten, alle Reſultate unſerer bisherigen elektrometriſchen Verſuche unſicher mache, ja ſogar verfälſche. Dieſe Stanniolſtreifen beſitzen nämlich einen ſehr merklichen Einfluß auf den Elongations-Winkel des Goldblattes, indem ſie ſolches anziehn, und zwar deſto mehr, je mehr ſich das Goldblatt ihnen nähert. Dieſer Einfluß iſt auf eine doppelte Art veränderlich, nämlich in Beziehung auf die abſolute Entfernung der Ableitung von der Mitte des Elektrometers, und in Beziehung auf die Stärke der angewandten E; woraus offenbar folgt, daß alle unſre bisherige Elektrometer nicht comparativ ſind, oder daß verſchiedene Elektrometer unter ſich, und jeder Elektrometer an ſich, für verſchiedene Intenſitäten der E verſchiedene Sprachen ſprechen. Um die Fehler der Seiten-Ableitung zu entfernen, brauchte man nur dieſe Ableitung ganz abzuſchaffen. Allein man wird bald finden, daß dann bey großen Elongationswinkeln das Goldblatt ſich öfters ſeitwärts wendet, aus der Ebene des Elongations-Winkels tritt, und dadurch zu einer falſchen Beobachtung verleitet. Beyde Zwecke werden erreicht, wenn man eine Ableitung anbringt, welche auf das Goldblatt immer gleich ſtark wirkt, wie groß oder klein der Elongationswinkel iſt. Herr Parrot machte daher dieſe Ableitung aus einem runden, halbkreisförmig gebogenen, und an ſeinen Enden flach abgerundeten meſſingenen Stab, und befeſtigte ſie an der Bodenplatte des Elektrometers ſo, daß der Mittelpunkt des Halbkreiſes in den Aufhängepunkt des Goldblatts fiel.

Zur Anſtellung mehrerer Verſuche gebrauchte er eine bewegliche Ableitung, welche aus einem vertikalen und abgerundeten Meſſingſtabe beſtand, befeſtigt auf eine

Schiebſtange, die eine Abtheilung von 43 halben pariſer Linien trug und ſich von außen hin und her, bis zum vertikal hangenden Goldblatte ſchieben ließ. Um mit verſchiedenen Graden von Elektricität experimentiren zu können, nahm er eine Volta'ſche Säule von 100 Schichtungen, und zwey Zamboniſche Säulen Gold- und Silberpapier, welche die eine im Maximo 12°, die andere 22,3° gaben. Durch dieſe Einrichtung der beweglichen Ableitung des Goldblatt-Elektrometers fand Herr Parrot, daß, je ſchwächer die Elektricität war, deſto größer die Multiplikation der Grade wurde, wenn das Goldblatt die Ableitung berührte. Denn für 4° E war die Vergrößerung des Elongations-Winkels $3\frac{1}{4}$ fach; für 12° war ſie $2\frac{1}{2}$ fach, und für 22,5° war ſie zweyfach, ſo daß die Vervielfachung mit dem Maximum der Annäherung der beweglichen Ableitung ſehr ſchnell wuchs. Es ergab ſich, daß für eine elektriſche Spannung von 0,12° an dieſem Goldblatt-Elektrometer, welche noch wohl unmittelbar ſichtbar war, die Annäherung der Ableitung dem urſprünglichen Elongations-Winkel $18\frac{3}{4}$ Mal größer machte. Ueberhaupt gab ihm dies Elektrometer bey der geringſten elektriſchen Spannung noch ſichere Reſultate, welche mit Hülfe ſeines Condenſators zweifelhaft ausfielen.

Mit dieſem Elektrometer prüfte Herr Parrot das bereits von ihm ausgemittelte Geſetz über die Wirkung der Elektricität, ſo wie das vom Herrn Coulomb aufgeſtellte, und es ſchien ihm entſchieden zu folgen, daß dieſe Wirkung im umgekehrten Verhältniſſe der Entfernungen ſtehe. Auch bey der condenſatoriſchen Wirkung ſchien ihm dies Geſetz zu folgen.

Elektromotor, Elektricitätserreger (Electromotor) (N. A.) heißt überhaupt eine Vorrichtung von je zwey verſchiedenen Leitern der Elektricität, welche durch bloße Berührung mit einander beyde Arten von Elektricität entwickeln und von einander ſondern. Volta und

andere Phyſiker hatten beobachtet, daß ſich leiter unter ſich durch bloße ruhige Berührung elektriſiren, jedoch in ungemein verſchiedenen Graden; bey einigen nämlich iſt die Erregung der Elektricität ſehr merklich, bey noch andern kaum merkbar. Hierauf gründete Volta eine Eintheilung der leiter in Claſſen. M. ſ. Leiter, galvaniſche. Die beſten Elektromotore ſind die Metalle und die unzerſtörte Nerven- und Muskelfaſer. Indeſſen iſt die Stärke des Vermögens, Elektricität durch bloße Berührung zu erregen, bey den verſchiedenen Metallen verſchieden, und ſcheint im geraden Verhältniſſe ihrer Ungleichartigkeit (d. h. chemiſcher Entgegengeſetztheit) und im umgekehrten ihrer leitungsfähigkeit für die Elektricität zu ſtehen. Nach Volta's Verſuchen bilden die Metalle, welche ſich gegenſeitig durch Berührung elektriſiren, oder an ihren Gegenflächen die entgegengeſetzten E erregen, folgende Reihe: Zink, Zinn, Bley, Eiſen, Meſſing, Kupfer, Platin, Gold, Silber, von welchen das nächſt vorhergehende Metall gegen das nächſtfolgende und gegen alle nachfolgenden + E (alſo Zink gegen Zinn, und gegen alle übrigen, mithin auch gegen Silber, und gegen dieſes unter allen ihm nachfolgenden Metallen am meiſten + E) erhält, während das nachfolgende gegen das nächſtvorhergehende und gegen alle vorhergehende (Silber alſo gegen Gold und am meiſten gegen Zink) — E bekommt. Setzte er die zwiſchen Zink und Silber erfolgende Menge von + E und — E am Silber = 12; ſo iſt zwiſchen Kupfer und Silber = 1, zwiſchen Eiſen und Kupfer = 2, zwiſchen Zinn und Eiſen = 3, zwiſchen Zink und Bley = 5, und zwiſchen Zinn und Eiſen = 1. Mithin iſt die Summe der Elektricität erregenden Vermögen aller Zwiſchenglieder gleich dem Erregungsvermögen der beyden äußerſten Glieder der Reihe.

Volta fand dieſe Erregungsunterſchiede, als er zwey ebene über einander gelegte Scheiben der zu prüfenden verſchiedenen Metalle (z. B. eine Zinkſcheibe und eine

Silberſcheibe) gegen einander preßte, darauf abwechſelnd die eine und dann die andere mit der Erde in leitende Verbindung brachte, und dann an jeder der Scheiben mittelſt des Condenſators, die Art und die Menge der Elektricität beſtimmte. Getrennt zeigte alsdann die eine Scheibe (z. B. die zinkene) + E, die andere (z. B. die ſilberne) — E. Daſſelbe Reſultat erhielt er, als er die Enden zweyer prüfenden Metallſtreifen an einander löthete, und das eine Ende, z. B. das Zinkende mit dem Condenſator in Berührung brachte, während er das andere Ende durch Halten in der Hand mit der Erde leitend verband.

Es zeigte ſich keine elektriſche Spannung, als Volta zwiſchen zwey Scheiben von einerley Metall (z. B. zwiſchen zwey Zinkſcheiben) eine dritte von einem andern Metalle (z. B. eine Silberſcheibe) legte, und übrigens auf die vorhin beſchriebene Art verfuhr. Dagegen nahm Volta Spannung wahr, als er auf ein Zink-Silber-Platten-Paar eine feuchte Schicht (z. B. feuchte Pappe) brachte, und darüber wieder irgend eine Metallplatte legte; dieſe letztere zeigte dann die von der feuchten Schicht durchgelaſſene Elektricität der obern der beyden ungleichartigen, ſich berührenden Metallplatten. War z. B. Silber, Zink, Waſſer und darüber irgend ein Metall geſchichtet, ſo zeigte dieſes das durch das Waſſer ihm zugeleitete + E des Zinks.

Dieſe von Volta beobachteten Thatſachen leiteten ihn auf ſeine ſo wichtig gewordene Säule, welche demnach aus nichts weiter als aus einer Summe mehrer einfacher Elektromotoren beſtehet.

M. ſ. Gren's Grundriß der Naturlehre herausgegeben von Käſtner. Halle 1820. 8. §. 1180. ff.

Elektrophor, Doppelter, Doppel-Elektrophor aus Harz und Glas (N. A.). Herr Joſ. Weber hat eine von Lichtenberg's doppeltem Elektrophor verſchiedene Vorrichtung angegeben, welche durch eine ein-

zige Handlung elektriſirt, auf der einen Seite + E, und auf der andern — E zeigt, und auf beyden Seiten die elektrophoriſchen Erſcheinungen darſtellet, und die er einen Doppel-Elektrophor nennet. Zu einem ſolchen Inſtrumente ſind auszeichnungsweiſe Harzkuchen und Glasflächen geeignet, daher unterſcheidet auch Herr Weber einen Doppel-Elektrophor aus Harz und einen Doppel-Elektrophor aus Glas. Die Einrichtung des Doppel-Elektrophors aus Harz iſt folgende: Man läßt aus Sturzblech einen Ring machen, der im Durchmeſſer 14 Zoll hält, einen halben Zoll hoch, und auf beyden Seiten ein Paar Linien weit einwärts geklopſt iſt, ſetzt ihn auf einen glatten Schieferſtein, den man vorher mit einem feinen Papier beleget hat; drückt ihn durch aufgelegtes Gewicht genau auf die Steinfläche, und gießt zerlaſſenes, mit weißem Harz und venetianiſchem Terpentin gemiſchtes Colophonium in die runde Form, daß ſie genau voll wird. Nachdem das Harz erſtarrt iſt, nimmt man den Harzkuchen, der nun durch den Ring gehalten wird, vom Steine weg, löſt das Papier ab, und giebt dem Harz, das den Stein berühret hat, durch Annäherung eines roth glühenden Eiſens einen Schmelz. Dieſer Harzkuchen ohne Schüſſel iſt nun ein Doppel-Elektrophor aus Harz.

Wird eine Fläche des Harzkuchens mit Katzenfell gerieben, mithin — E elektriſiret, ſo giebt die Kehrſeite + E, oder: ſetzt man den Elektrophor-Deckel, der auf dem Harze aufliegt, mit dem Conduktor einer Glasmaſchine in Verbindung, und theilet der obern Harzfläche + E mit; ſo zeigt die untere Seite nach umgewandtem Elektrophor — E, und die elektrophoriſchen Phänomene kommen auf beyden Seiten zum Vorſchein.

Bey ſehr ſtarker Elektriſirung der einen Seite, entweder durch Reibung oder Mittheilung, zeigt ſich dieſelbe Elektricität auf beyden Seiten; allein dieſe iſt nur ein Erfolg des Ueberladens, des Vorherrſchens der erregten Elektricität; wird dieſe vorherrſchende Elektricität

Digitized by Google

auf der Kehrſeite durch Streichen mit der Hand geſchwächt, ſo tritt ſogleich der vorhin unterdrückte Gegenſatz hervor.

Was den Doppel-Elektrophor von Glas betrifft, ſo beſteht dieſer aus einer Glasſcheibe von beträchtlichem Umfange, die auf einer Fläche liegend elektriſiret wird. Reibt man das Glas, welches z. B. auf einem Tiſche aufliegt, mit Amalgama; ſo erhält die geriebene Glasfläche + E wiewohl nur ſchwach; aber nun umgewandt zeigt das Glas die Elektricität — E, gleichfalls ſchwach; dennoch giebt der Elektrophordeckel auf beyden Seiten Fünkchen.

Elektriſirt man aber das Glas durch Mittheilung, ſo wird die Glasſcheibe ein Elektrophor von höchſter Wirkung, und zwar ein Doppel-Elektrophor; denn ohne eine weitere Behandlung kommen die elektrophoriſchen Phänomene auf beyden Seiten mit gleicher Lebhaftigkeit zum Vorſchein, auf einer Seite + E, auf der andern — E. Die Mittheilung der Elektricität dieſem Doppel-Elektrophor geſchiehet alſo: Man bringt den Elektrophordeckel, der auf der Glasſcheibe aufſitzt, durch einen Draht mit dem Conduktor einer wirkſamen Elektriſirmaſchine in Verbindung. Nach etlichen Umdrehungen der Glaswalze wird der Elektrophordeckel durch wiederholte Berührung entladen. Man ſetzt die Elektriſirmaſchine aufs neue in Bewegung, und entladet den Deckel wie vorhin; und ſo wird einige Male fortgefahren. Nun hebt man die Gemeinſchaft des Elektrophordeckels mit dem Conduktor auf, und behandelt die Glasſcheibe als Elektrophor, jetzt auf der obern und dann auf der untern Seite. Beiderſeits zeigen ſich die elektrophoriſchen Erſcheinungen in einer Stärke und Dauer, die wenigſtens der Stärke und Dauer der Wirkungen eines gewöhnlichen Harz-Elektrophors von demſelben Umfange gleich kommen.

Zur Zeit, da der Doppel-Elektrophor aus Glas in voller Wirkung iſt, zeichnen ſich die Funken, welche der Elektrophordeckel ſchlägt, auffallend aus. Die auf der

Fläche + E erhaltenen Funken ſind meiſtens cylindriſch und ſonnenhelle, die auf der Fläche + E erhaltenen Funken gehen meiſtens zickzack, ſind farbig, und mannichmal drey Zoll lang. Mitunter verbreitet ſich der bekannte elektriſche Geruch und erfüllt das Zimmer.

Wird der Elektrophordeckel, der auf der Glasſcheibe liegt, mit dem iſolirten Reibzeuge der Elektriſirmaſchine in Verbindung gebracht, ſo zeigt ſich der Doppel-Elektrophor gleich wirkſam, nur iſt die Ordnung der elektriſchen Zuſtände verkehrt.

Die Doppel-Elektrophore thun ihre Wirkung in den Sommermonaten, wie zu Winterszeit im geheizten Zimmer nur viel ſchwächer.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LI. S. 198. ff.

Erdbeben (Zuſ. zu S. 170. Th. II.). Die neueſten Beyſpiele von Erdbeben, welche größtentheils mit den merkwürdigſten Umſtänden, welche ſie begleitet haben, ſind beſchrieben worden, liefern uns mehrere Fingerzeige, den Urſachen ihrer Entſtehung nach unſern jetzigen Kenntniſſen näher zu kommen. Im Jahr 1810 im December wurde in einem Theile von Süd-Deutſchland und Italien ein Erdbeben mit außerordentlich ſtarkem Sturme, und an einigen Orten mit ſtarkem Blitz und Donner, Regen und Hagel verſpürt [α]). Im Jahre 1811 wurde ebenfalls im December das ſächſiſche Erzgebirge, das angrenzende böhmiſche Gebirge, die Oberlauſitz und das ſächſiſche Elbgebirge durch einen heftigen Erdſtoß erſchüttert. Es war auf der Erdoberfläche völlige Windſtille, die Geſtalt des leichten Gewitterähnlichen Gewölks wechſelte aber um dieſe Zeit unaufhörlich, und mehrere Perſonen, die im Freyen waren, hatten eine horizontal ſich bewegende Feuerkugel geſehen [β]). In demſelben Jahre 1811 im Mo-

α) Gilbert's Annalen d. Phyſik B. XXXVII. S. 226. ff.

β) Ebendaſ. B. XLI. S. 459. ff.

nat December wurde in den Gegenden wo der Ohio mit dem Miſſiſſippi zuſammenfließt, ein ſchreckliches Erdbeben verſpürt, welches über ein ganzes Jahr zu wüthen nicht aufgehöret hat. Etwa einige Meilen unterhalb der Mündung des Ohio nach dem Miſſiſſippi zu, um die Niederlaſſung Neu-Madrid, verſpürte man unaufhörlich eine Bewegung der Erde, die von einem Rollen begleitet war, welches das Volk unterirdiſchen Donner nannte. Es verging faſt keine Woche, wo nicht einigemal ſehr ſtarke Erdſtöße bemerkt wurden. Der Herr Stanley Griswold *), welcher von dieſer furchtbaren Erſcheinung Nachricht ertheilet hat, glaubte, daß ein unterirdiſches und ſehr tief liegendes Feuer, die Urſache dieſer Erſcheinungen geweſen iſt. Es ſchien ſich von Zeit zu Zeit auf die Lager brennbarer Körper, welche in Brand ſich befinden, aus unterirdiſchen Behältern Waſſer zu ergießen, und indem die plötzlich ſich bildenden Dämpfe deſſelben ihre Elaſticität nach allen Richtungen hin wirkten, erhoben ſie die nachgebende Decke, bis ſie ſich entweder einen hinreichenden Raum gemacht, oder einen Durchbruch geöffnet hatten.

Aus mehreren Thatſachen iſt es wahrſcheinlich, ja faſt völlig erweislich, daß in der Gegend um Neu-Madrid ein unterirdiſcher Brand damals in voller Thätigkeit geweſen ſey. Denn glaubwürdige Perſonen, welche zur Zeit der großen Erdſtöße in Neu-Madrid oder in der Nachbarſchaft wohnten, hatten nicht allein Spalten bemerkt, die ſich in der Erde geöffnet hatten, ſondern auch ſelbſt geſehen, daß etwas aus ihnen wie Rauch oder Waſſerſtoff hervorgeſtiegen war. Selbſt eine von ihnen befand ſich am hellen Tage ſehr nahe bey einem ſolchen Ereigniß, und beobachtete die Erſcheinung ſorgfältig. Der Dampf drang ſchnell hervor und ſchien heiß zu ſeyn; ſie erwartete alle Augenblicke eine Flamme herauskommen zu ſehen, es ſey dies aber blos durch die große

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLVI. S. 113. ff.

Menge von Sand verhindert worden, welche die elaſtiſche Flüſſigkeit mit fortgeriſſen habe. Ja es ſind zur Zeit großer Erdſtöße daſelbſt Wolken von beſonderer Art wahrgenommen worden, die ganz wie Rauch ausgeſehen hatten.

Einen noch beſſern Beweis für die Wirklichkeit eines örtlichen Brandes in der Erde um Neu-Madrid gaben folgende Erſcheinungen. An mehreren Orten wurden nämlich verkohltes Holz und Steinkohlen daſelbſt ausgeworfen, welche neben den Riſſen gefunden wurden. Die Steinkohlen kamen in größerer Menge hervor, die Holzkohlen waren aber belehrender, da ſie an halb verbrannten Aeſten ſaßen. Ja man hat ſogar am Rande der einen Spalte ein Stück Holz gefunden, das an dem einen Ende verkohlt, und an dem andern Ende wie in Steinkohle verwandelt war.

Ein anderer Beweis des unterirdiſchen und ſelbſt vulkaniſchen Feuers war die Lava, welche im Zuſtande von Bimsſtein an mehreren Orten ausgeworfen wurde. Man hatte davon eine Menge geſammelt, welche auf dem Miſſiſſippi ſchwamm.

Daß übrigens eine unterirdiſche ausdehnende Kraft, der der Waſſerdämpfe ähnlich, im Spiele geweſen iſt, welche nach allen möglichen Richtungen mit erſtaunlicher Macht und mit Gleichförmigkeit gewirkt hatte, gab die Bemerkung, die überall gemacht war, daß die niedrigen Oerter heftiger als die höher gelegenen erſchüttert wurden. Uebrigens ergaben auch noch andere Erſcheinungen, daß der Heerd des unterirdiſchen Feuers in einer ziemlichen Tiefe ſich befunden habe.

Dieſe Beobachtungen machen es ſehr wahrſcheinlich, daß mehrere Erdbeben wirklich durch unterirdiſche Brände veranlaßt werden, und daß bey hinzugetretenem Waſſer die dadurch entſtandenen Dämpfe die größte Rolle bey dieſer furchtbaren Erſcheinung ſpielen, wie auch ſchon mehrere Phyſiker behauptet haben. Indeſſen iſt es aber auch nicht zu verkennen, daß noch andere Urſachen, be-

ſonders die Elektricität, mächtig mitwirken. Ja es ſcheinen bey noch neuern Erdbeben Erſcheinungen beobachtet worden zu ſeyn, welche nicht vermuthen laſſen, daß ſie durch unterirdiſche Feuer ſind veranlaßt worden. Im Jahre 1817 am 11ten März Abends zwiſchen 9 und 10 Uhr wurde die ganze Schweiz und ganz Savoyen durch ein Erdbeben zum Theil außerordentlich ſtark erſchüttert. Die Gletſcher krachten furchtbar, und im Augenblicke der ſtärkſten Erſchütterung ſollen Blitzſtrahlen und Feuerkugeln über den Montblanc niedergefahren ſeyn.

Eines der neueſten Erdbeben, welches am 16ten Junius und die folgenden Tage des Jahres 1819 in dem ganzen weſtlich von Butch gelegenen Diſtricte erſtaunende Verheerungen angerichtet hat, wird in den Zeitungen von Bombay vom 7ten Juli 1819 berichtet *). Von Luckport, Bunder bis Butchas ſind alle Städte und Dörfer durch dieſes Erdbeben mehr oder weniger verwüſtet. Die Stadt Rhooj und die Veſte Boojia, zwiſchen welchen die engliſchen Truppen gelagert waren, wurden zertrümmert. Nachher hat ſich 30 Meilen von Rhooj ein Vulkan eröffnet, welcher mit dieſem Erdbeben in der genaueſten Verbindung geweſen zu ſeyn ſcheinet.

Da mehreren Naturforſchern die unterirdiſchen Feuer mehrerer brennbaren Materien kein hinreichendes Genüge thun, alle bey den Erdbeben vorkommenden Erſcheinungen dadurch zu erklären, ſo ſind einige neuere der Meinung, daß uns in dieſer noch dunkeln Materie die Entdeckung der Volta'ſchen Säule ein neues Licht darüber verbreitet habe. Vermittelſt derſelben ſeyn nämlich Zerſetzungen von Subſtanzen erfolget, die man lange für einfach gehalten habe. Unter dieſen gehöre vor allen andern die Zerſetzung des Waſſers in ſeine Beſtandtheile. Nähmen wir nun an (und dieſe Annahme ſey im höchſten Grade wahrſcheinlich), da die Schwere des Erdballs auf die Metallität des Innern derſel-

*) Frankfurter Oberpoſtamtszeitung N. 324 von 1819.

den hindeute), daß ungeheure Volta'ſche Säulen, von bekannten und unbekannten Metallen, ſich durch das Innere unſers Planeten erſtreckten, die ſtets von dem zu tiefe dringenden Waſſer feucht erhalten würden, ſo hätten wir einen galvaniſchen Prozeß von ungeheurer Intenſität. Dieſer zerſetze das Waſſer der Höhlen, in welchen die Säulen endeten, in ſeine Beſtandtheile, der Waſſerſtoff werde entflammt, und der Sauerſtoff gebe der Flamme Nahrung. Das mehrere und mindere Zuſtrömen des Waſſers ſey die Urſache der verſchiedenen Intenſitätsgrade der vulkaniſchen Exploſionen, die ganz aufhören könnten, wenn das Waſſer fehle, oder die Metalle ſich gänzlich oxydirten: die vulkaniſchen Phänomene und Erzeugniſſe empfiengen aber unendlich viele Modifikationen, nach Maßgabe der Verſchiedenheit der Stoffe, auf welche das entflammte Waſſerſtoffgas wirke. Dieſe Theorie erkläre zwar nicht alle bey Erdbeben vorkommende Erſcheinungen, beſonders nicht den Wechſel der vulkaniſchen Erſchütterungen, völlig genügend; allein wer erklärte ſchon genügend die bey den Gewittern vorkommenden mannigfaltigen Erſcheinungen? — **Die Erdbeben ſeyn unterirdiſche, von der galvaniſchen Elektricität abhängige Gewitter;** dieſen Satz könne man, nach dem jetzigen Standpunkte der Wiſſenſchaft, bereits als gewiß annehmen; auf welche ſpecielle Weiſe dieſe Gewitter, unter ſo mannigfaltigen Verhältniſſen ſich entwickelten, wirkten, und endeten, ſey den Menſchen bis jetzt verborgen, gleichwie ihnen bis jetzt verborgen ſey, auf welche Art ein Gewitter der Atmoſphäre den Regen oder Hagel, oder gar Eismaſſen hervorbringe. Sey unſere Erde gleich kein Thier, bey dem der Grund mancher Erſcheinung (Bewegung im weitern Sinne) im Willen liege; ſey es gleich undenklich, daß, wie bey dem Zitteraal, der Grund elektriſcher Erſcheinungen bei der Erde in einem bloßen Wollen liegen könne; ſo fehle doch ſehr viel, daß die Erde in ihrem jetzigen Zuſtande ſchon ein caput mortuum ſey, und ſchwerlich würden wir je dahin gelangen, die Erſcheinungen

Digitized by Google

ihrer Lebensthätigkeit ſämmtlich zu erklären. Zu dieſen gehörten aber vorzüglich die elektriſchen und magnetiſchen Kräfte.

Genug müſſe es uns jeßt ſeyn, einſehen zu können, woher bey Erdbeben Erſchütterungen herkämen, welche in Minuten von einem Welttheile zum andern unter dem Ocean fortdrängen, woher das Krachen und Donnern, und die Bliße der Vulkane; woher die ungeheuren Säulen von entzündetem Waſſerſtoffgas; woher die Gewalt des Feuers, Steine ſchmelzen zu können, woher die Ströme von Waſſer, die den Vulkanen, beſonders in Island, entſtürzten.

M. ſ. Breislak's Lehrbuch der Geologie aus dem Franzöſ. und Italiän. überſeßt von Fried. Karl v. Strombeck. 3ter Band. Braunſchweig. 1821. 8. S. 77. Note.

Erden (Zuſ. zu S. 181. Th. II). Zu den in dieſem Artikel angeführten Erden gehören noch 8. die Chlycindererde, Beryllerde, Süßerde, 9. die Yttererde. Weil die Kalkerde, die Talkerde, die Schwer- oder Baryterde und die Strontianerde nicht allein in Hinſicht ihres Geſchmackes, ſondern auch in Rückſicht ihres Verhaltens gegen den Veilchenſaft, Schwefel und verſchiedene andere Körper mit den Alkalien die größte Aehnlichkeit beſitzen, ſo hat man ſie in den neuern Zeiten (zuerſt vom Herrn Prof. Tromsdorf) unter die Alkalien gerechnet, und ſie erdige Alkalien oder alkaliniſche Erden genannt.

Im Jahre 1807. glückte es dem Herrn Jo. Davy die Pottaſche (Kali) und die Soda (Natrum) mit Hülfe einer ſtarken Volta'ſchen Säule in eigene Metalle, und Oxyden zu zerlegen. Gewiß hat derſelbe auch ſchon damals vermuthet, daß die Erden ebenfalls ſo genannte Oxyde oder Kalke bisher gänzlich unbekannt geweſener Metalle ſind. Indeſſen war es mehreren Deutſchen Chemikern und Phyſikern, z. B. Tromsdorf, Goettling, Seebeck, Buchholz u. ſ. w. gelungen, auch aus den

alkaliſchen Erden mit Hülfe der galvaniſchen Elektricität, im Jahre 1808 im Mon. April, eigene Metalle zu erhalten. Herr Davy hatte aber ſeine ſchätzbaren Verſuche auch auf die Erden ausgedehnet, und ſeine erſten damit angeſtellten Verſuche, ob ſie gleich noch ſehr unvollkommen waren, gaben ihm die gegründetſten Hoffnungen, daß ſich auch die Erden würden zerſetzen laſſen. Anfänglich fand er viele Schwierigkeiten, indem diejenigen Mittel, welche er bey der Zerſetzung des Kali und des Natrum angewendet hatte, bey den Erden nicht zum Ziele führten. Es ſind zwar die Alkalien eben ſo gut, wie die Erden Nichtleiter der Elektricität; allein jene ſchmelzen ſehr leicht, und werden daher Leiter; die Unſchmelzbarkeit der Erden macht es dagegen unmöglich, auf ſie in dieſem Zuſtande einzuwirken, und auch das Waſſer wirkt nicht auf ſie. Es iſt daher nach Herrn Davy die einzige Methode, welche gelingen kann, durch Elektricität auf einige ihrer Verbindungen einzuwirken, oder ſie in dem Augenblicke, in welchem ſie durch die Elektricität zerſetzt werden, an ein anderes Mittel zu binden, welches es zuläßt, ihre Natur und ihre Eigenſchaft mit Zuverläſſigkeit zu erforſchen.

Nach mehreren Verſuchen, welche Herr Davy mit der alkaliſchen Erde auf letzterwähnte Art anſtellte, und ihm nicht ganz genügende Reſultate gaben, mengte er die alkaliſchen Erden mit Zinnoxyden, Eiſenoxyden, Bleyoxyden, Silberoxyden und Queckſilberoxyden. Auf ſolche Gemenge ließ er nun die galvaniſche Elektricität einwirken, und die Reſultate, welche darauf erfolgten, waren lange nicht ſo unzweydeutig, wie die vorhergehenden, indem dadurch Metallgemiſche erhalten wurden, welche offenbar einen Beſtandtheil enthielten, den die zerſetzten Erden hergegeben hatten.

Herr Davy erhielt aber im Anfange des Jun. des Jahres 1808 vom Herrn Berzelius aus Stockholm die Nachricht, daß es ihm mit dem Herrn D. Pontin gelungen ſey, Baryt und Kalk zu zerſetzen; er habe ſie in

Berührung mit Queckſilber negativ elektriſirt, und auf dieſe Art habe er Amalgame aus den Metallen dieſer Erden erhalten. Dieſer Verſuch wurde von Davy mit glücklichem Erfolge wiederholet. Auf eine ähnliche Art zerlegte er auch die Talkerde und Strontianerde; und es gelang ihm, das Queckſilber durch Deſtillation zum Theil abzuſcheiden.

Durch dieſelbe Behandlung mit der Alaunerde, Kieſelerde, Zirkonerde und Beryllerde erhielt er keine evidente Ueberzeugung von irgend einer Veränderung. Wurden aber dieſe Erden mit im Fluß ſtehenden Kali, oder Natrum verbunden, und der Wirkung der galvaniſchen Elektricität ausgeſetzet, ſo ergaben ſich Erſcheinungen, welche ihre Zerſetzung und die Bildung metalliſcher Grundlagen anzeigten.

Nachher iſt es auch dem Herrn Davy gelungen, die Erden durch blos chemiſche Wirkung zu zerſetzen, indem man ſie einer hohen Temperatur ausſetzet, und auf ſie das Kalium entweder allein, oder mit Queckſilber, oder Eiſenfeile wirken läßt. Das Kalium ſteigt in Dampfgeſtalt durch die bis zum Weißglühen erhitzten Erden, und man bringt Queckſilber in die Röhre, in welcher ſie ſich befinden; dies vereiniget ſich mit den Metallen.

Aus den alkaliſchen Erden insbeſondere wurden durch die Einwirkung des Kaliums und Queckſilbers feſte Amalgame erhalten, in welchen ſich die metalliſche Baſis der Erden mit dem Queckſilber verbunden hatte. Denn als er dieſe Amalgame einer weitern Unterſuchung ausſetzte, und ſie von dem Queckſilber zu befreyen ſuchte, ſo ergaben ſich ſo unverkennbare Merkmale einer metalliſchen Grundlage, welche jene Erden an das Queckſilber mußten abgegeben haben, daß, wenn man auch gleich dieſe Grundlagen bis jetzt noch nicht ganz rein und in völliger Trennung von dem Queckſilber hat darſtellen können, an dem wirklichen Daſeyn derſelben gar kein Zweifel mehr ſtatt finden kann. M. ſ. den Artikel Metallerde.

Erdkugel (Zuſ. z. S. 224. Th. II.). Was die Dichtigkeit unſerer Erde betrifft, ſo hatte D. Hutton dieſelbe zu 4,481 und Cavendiſh zu 5,48 beſtimmt. John Playfair *) vermuthete, daß dieſe Beſtimmungen über die Dichtigkeit der Erde noch nicht genau genug wären, obgleich H. Hutton die ſeinige aus den vortrefflichen Beobachtungen des D. Maſkelyne, die er im Jahre 1774 an dem Berge Shehallien in Schottland angeſtellet, gezogen habe. Es ſchien ihm blos zu fehlen, um die Dichtigkeit der Erde möglichſt genau zu beſtimmen, daß man eine genauere Kenntniß der ſpecifiſchen Gewichte der Gebirgsarten, aus welchen dieſer Berg beſtehet, beſitze. Der Shehallien und alle benachbarte Berge beſtehen aus Urgebirgsarten, die größtentheils in großen parallelen Platten oder Schichten gelagert ſind, welche faſt ganz auf dem Kopf ſtehen, und von Südoſt nach Nordweſt ſteigen. Ein großer Theil des Berges, und zwar der höchſte beſteht aus ſehr hartem, dichten und homogenen körnigen Quarze, tiefer herab enthält er an allen Seiten Schiefer mit viel Glimmer und Hornblende, und hier iſt die Lagerung in parallelen ſenkrechten Schichten ſichtbarer, als in dem körnigen Quarze. Außerdem findet ſich nach der Baſis des Berges herab ein körniger, und glimmriger, höchſt kryſtalliniſcher Kalkſtein, welcher an einer Stelle oder zweyen zu bedeutender Höhe anſteigt, und ebenfalls geſchichtet iſt. Uebrigens kommen Adern oder Rücken von Porphyr und Grünſtein vor, welche den Berg in verſchiedenen Richtungen durchſetzen. Playfair in Gemeinſchaft mit Lord Seymour fanden aus dreyzehn Varietäten des körnigen, ſandſteinartigen Quarzes, woraus der Gipfel beſteht, das ſpecifiſche Gewicht derſelben zwiſchen 2,61, und 2,66, und das Mittel 2,639876. Zehn Varietäten Glimmer- und Hornblendſchiefer variirten zwiſchen 2,718 und 3,064 und fünf Varietäten des Kalkſteins zwiſchen 2,730 und 2,889, und das Mittel aus den Schiefer und Kalkſtein-Varietäten betrug 2,81039.

*) Philos. Transact. of the Roy. societ of London for 1811. P. 2.

Setzt man nun die mittlere Dichtigkeit der Erde $= d$, ſo wird die Anziehung der ganzen Erde auf das Bleyloth am Fuße des Shehallien gemeſſen durch folgende Größe: 87522720 d. Und bezeichnet Δ die mittlere Dichtigkeit des körnigen Quarzes, und δ die der Glimmer- und kalkſteinartigen Gebirgsarten des Shehallien, ſo findet man unter der Vorausſetzung, daß die Gebirgsart der Oberfläche überall bis unter die Grundfläche des Berges hinab, ſenkrecht in die Tiefe ſetzt, die Größe der Anziehung des Shehallien auf das Bleyloth im ſüdlichen Beobachtungsorte $= 5782{,}104\,\Delta - 1903{,}209\,\delta$, und auf das Bleyloth im nördlichen Beobachtungsorte $= 8061{,}022\,\Delta - 3127{,}005\,\delta$; folglich die Summe der Anziehungen an beyden Beobachtungsorten $= 13843{,}126\,\Delta - 5030{,}214\,\delta$.

Nun hat D. Maſkeline durch genaue Beobachtung gefunden, daß die Summe der Ablenkungen des Bleylothes aus der Richtung der Schwere an den beyden Beobachtungsörtern, welche an entgegengeſetzten Seiten des Berges liegen, 11,6 Sekunden betrug. Folglich verhält ſich die Anziehung des Erdkörpers zu der Summe der Anziehungen des Shehallien an den beyden entgegengeſetzten Seiten des Berges, wie $1 : \tan 11'',6$, d. i. wie $1 : 0{,}000056239$ oder wie $17781 : 1$, oder wenn wir mit auf die Schwungkraft der Erde ſehen, wie $17804 : 1$. Man erhält alſo folgende Proportion:

$$17804 : 1 = 87522720 . d (13843{,}126\,\Delta - 5030{,}214\,\delta),$$

und es iſt alſo

$$d = \frac{13843{,}126\,\Delta - 5030{,}214\,\delta}{4915{,}902} = 2{,}816\,\Delta - 1{,}023\,\delta.$$

Setzt man nun $\Delta = 2{,}639876$ und $\delta = 2{,}81039$, ſo erhält man die mittlere Dichtigkeit der Erde $\delta = 4{,}55886$.

Nimmt man dagegen an, daß blos der Gipfel des Shehallien, vom Niveau der Beobachtungsörter an aus körnigem Quarze, der untere Theil des Berges aber auch im Innern aus Glimmerſchiefer beſteht, ſo findet

ſich, nach Herrn Playfair's Reviſion der Berechnungen Hutton's, die Größe der Anziehung des Shehallien auf das Bleyloth an dem ſüdlichen Beobachtungsorte $= 2474{,}389\,\Delta + 1404{,}506\,\delta$ und das Bleyloth im nördlichen Beobachtungsorte $= 2467{,}674\,\Delta + 2466{,}347\,\delta$, folglich die Summe der Anziehung an beyden Beobachtungsorten $= 4942{,}064\,\Delta + 3870{,}853\,\delta$. Und daraus ergiebt ſich

$$d = 1{,}0053\,\Delta + 0{,}78743\,\delta = 4{,}866997.$$

Dieſes mittlere ſpecifiſche Gewicht der Erde übertrifft alſo das aller Edelſteine, und hält faſt das Mittel zwiſchen den Beſtimmungen D. Hutton's zu 4,481 und Cavendiſh's zu 5,48. Und ſehn wir blos auf die Beobachtung am Shehallien, ſo iſt die mittlere Dichtigkeit der Erde höchſt wahrſcheinlich größer als 4,5588 und kleiner als 4,867.

Zu wünſchen wäre es allerdings noch, daß dieſer für die phyſiſche Aſtronomie ſo wichtige Gegenſtand durch mehrere Verſuche genau beſtimmt würde. Solche Bergmaſſen, die beſonders aus einerley Gebirgsarten beſtehen, ſind zu Verſuchen dieſer Art vorzüglich geſchickt.

(Zuſ. z. S. 252. Th. II.) Ueber die Entſtehung unſerer Erde hat man verſchiedene Hypotheſen aufgeſtellet, welche größtentheils ſich auf die gemachten Erfahrungserkenntniſſe gründen, welche zu der Zeit bekannt waren. Erfahrungen geben uns aber eine apodiktiſche Gewißheit, und es iſt daher eine natürliche Folge, daß ſich beym Fortſchreiten der Erfahrungen die Hypotheſe über die Entſtehung der Erde danach modelt, und daß wir, wie ſchon Sullivan ganz richtig bemerket hat, nie objektive Gründe für die Schöpfung unſerer Erde auffinden werden. Indeſſen geben die größern Fortſchritte von wirklichen Erfahrungen unſerm Geiſte immer mehr Gründe, alle dieſe Thatſachen in ein harmonirendes Ganze zu vereinigen, und eine Hypotheſe über die Entſtehung der Erde aufzuſtellen, welche unſern Verſtandesbegriffen nicht widerſprechend iſt, und daher für uns eine ſubjektiv nothwendige Halt-

barkeit hat. Wenn wir gleich von einer ſolchen haltbaren Hypotheſe noch weit entfernet ſind, ſo iſt es doch gewiß dem Naturforſcher wichtig, mit dem Fortſchreiten der Thatſachen auch die vorzüglichſten Meinungen derjenigen zu können, welche dieſelben zur naturgemäßern Erklärung über die Entſtehung unſerer Erde gebrauchet haben.

Die meiſten Naturforſcher haben von jeher angenommen, daß unſere Erde anfänglich im flüſſigen Zuſtande geweſen ſey. Welche urſprüngliche Flüſſigkeit ſie aber gehabt habe, darüber ſind die Meinungen verſchieden. Einige und die meiſten, z. B. de Luc, Kirwan, de la Metherie u. ſ. haben ſie in ihrem urſprünglichen Zuſtande waſſerflüſſig, andere, wie z. B. la Grange u. ſ. luftförmig flüſſig, und endlich noch andere feuerflüſſig gehalten. Unter denen, welche vorzüglich der letztern Meinung zugethan ſind, zeichnet ſich beſonders Herr Scipio Breislak *) aus. Zuerſt ſucht er aus unbezweifelten Thatſachen unwahrſcheinlich zu machen, daß der Grundſtoff der Erde im Waſſer aufgelöſet geweſen ſey, durch die Beyhülfe irgend eines Auflöſungsmittels, und daß aus den bekannten Bedingungen eine von den Neptuniſten angenommene allgemeine Kryſtalliſation der feſten Körper erfolget ſeyn könne. Er zeiget, daß alle geologiſche Hypotheſen, welche die wäſſerige Flüſſigkeit zur Grundlage haben, unüberſteiglichen Schwierigkeiten unterworfen ſind. Nachher wendet er ſich nach der Hypotheſe, welche ihm wahrſcheinlicher iſt, nämlich daß der uranfängliche Zuſtand unſerer Erde feuerflüſſig geweſen iſt. Er nimmt aber eine ſolche Art von feuriger Flüſſigkeit, welche blos eine Wirkung der allgemeinen Verbreitung des Wärmeſtoffs in der Erdmaſſe und in der verworrenen Zuſammenhäufung aller Elemente iſt, und unterſcheidet ſich daher von denjenigen, welche behaupten, daß die Erde im Zuſtande einer wirklichen Ver-

*) Lehrbuch der Geologie nach der zweyten umgearbeiteten franzöſiſchen Ausgabe mit ſteter Vergleichung der erſten Italiäniſchen überſetzt und mit Anmerk. begleitet von K. v. Strombeck. Braunſchweig, 1819. 8. 3 Bände.

brennung ſich befunden habe. Es ſcheint ihm ſehr wahrſcheinlich, daß wir unſere Erdkugel im Urzuſtande als eine Zuſammenhäufung aller einfachen verbrennlichen Subſtanzen, der Erden, der Metalle und der chemiſchen Grundſtoffe denken müſſen. Die Elemente dieſer formloſen Maſſe, bewegt durch die Anziehungskraft, hatten ein Beſtreben ſich zu vereinigen: aber der Wärmeſtoff, zerſtreuet zwiſchen dieſen Elementen, hielt ſie in dem Zuſtande von Unruhe, Bewegung und Verworrenheit, welcher ſo glücklich durch die Allegorie des Chaos dargeſtellet iſt.

Wie aber nun eine aus heterogenen Materien beſtehende Maſſe, die in allen ihren Punkten durch Verbreitung des Wärmeſtoffs erhitzt iſt, erkalten könne, ohne daß irgend ein Theil ihres Wärmeſtoffs ſich von ihr trenne, erkläret Herr Breislak auf dieſe Art: Wenn ſich unter den Stoffen, woraus jene Maſſe beſteht, ſolche finden, welche eine zuſammenſetzende Verwandtſchaft mit dem Wärmeſtoffe haben, oder wenn ſie aus ſolchen Theilen beſteht, die empfänglich ſind, in einen veränderten Zuſtand überzugehen, indem ſie ſich mit einer größern Menge Wärmeſtoffs vereinigen. Wenn nun auf dieſe Art eine neue chemiſche Verbindung eintritt, ſo verändert ſich der Zuſtand der Subſtanzen; die bisher freye Wärme wird gebunden; ſie verliert ihre empfindbaren Eigenſchaften, und ſo wird eine anſcheinende Verminderung des Wärmeſtoffs und die Abkühlung des Körpers die Folge ſeyn.

Während der in der allgemeinen Maſſe verbreitete Wärmeſtoff ſich in einigen Theilen derſelben mit den feſten Grundſtoffen der Gasarten verband, entwickelten ſich dieſe, und erhoben ſich, fortgetrieben von eigener Elaſticität und vom Andrange der untern Strömungen, über die Oberfläche der Kugel, welche ſolchergeſtalt in eine Atmoſphäre oder in eine Zuſammenhäufung gasartiger Materien eingehüllet wurde. Dieſe war anfänglich aus allen denjenigen Subſtanzen gebildet, welche die Gasform angenommen hatten; es war alſo die Atmoſphäre

in ihrem Beginnen eine Zuſammenſetzung von Waſſerſtoff-, Sauerſtoff-, Stickſtoff- und Kohlenſtoffgas. Obgleich nun ſolche Subſtanzen eine verſchiedene Schwere haben, ſo konnten ſie dennoch mit einander vermiſcht ſeyn, entweder durch wechſelſeitige Anziehung ihrer Theile, oder durch eine der Maſſe mitgetheilte allgemeine Bewegung, ſo wie wir noch jetzt in unſerer Atmosphäre die Vermiſchung des Stickſtoff- und des Sauerſtoffgaſes, und ſelbſt unter gewiſſen beſondern Umſtänden, des Waſſerſtoff- und Kohlenſtoffgaſes, erblicken. Bey der erſten Bildung des Dunſtkreiſes war aber alles Verwirrung und Unordnung, denn außer der Einwirkung der übrigen Himmelskörper und den Urſachen, welche die Veranlaſſung der Winde ſind, muß man noch die Heftigkeit in Betracht ziehen, mit welcher an verſchiedenen Theilen der Erdkugel die Gasarten hervorbrachen, und eine ſtete Bewegung und Durcheinanderwälzung der Atmoſphäre veranlaßten.

Welches auch die Meynung ſey, die man über die Elektricität annehme, ſo ſcheine es doch gewiß, daß ſie für eine eigenthümliche Subſtanz angeſehen werden müße, welche ſich in der Natur in einer beſtändigen Kreiſung befände: eine Kreiſung, die bald ruhig und unmerklich ſey, bald empfindbar und mehr oder weniger heftig, nach Maasgabe ihrer Menge uud der Umſtände ihrer Bewegung. Die Urmaſſe der Materie war unſtreitig dieſer Subſtanz nicht beraubt, und mit den übrigen chemiſchen Grundſtoffen der Körper, dem Wärmeſtoffe u. ſ. w. war gewiß auch ſie vorhanden, die auch auf eine beſondere Art die Bildung und Zerſetzung mehrerer Verbindungen befördert.

Es iſt daher ſehr wahrſcheinlich, daß, während der Wärmeſtoff ſich mit andern Grundſtoffen verband, und ſo die Oberfläche der Erdkugel feſt ward, ſich auch Ströme elektriſcher Materie, die außer Gleichgewicht geſetzet, entwickelt; daß ſie als Blitzſtrahlen einhergefahren, und daß durch ihr Zuſammentreffen mit dem Sauerſtoff,

und Waſſerſtoffgaſe Verpuffungen und Exploſionen entſtanden: — ſo die Entſtehung des Waſſers. Die Gasarten, welche Verwandtſchaft mit dem Waſſer haben, wurden von dieſem angezogen, trennten ſich von der Atmoſphäre, und wurden durch andre Gasarten erſetzt, die ſich aus der Kugel, die ſtets feſt zu werden fortfuhr, entwickelten.

Die Waſſermaſſen, welche auf die annoch glühende Erde herabſtürzten, wurden in Dünſte verwandelt, die durch ihre Vereinigung mit andern wäſſerigen Dämpfen, ſo der Erdball hervorbrachte, die Unordnung im Dunſtkreiſe annoch vermehrten, und die Bewegung der Elektricität modificirten. Dieſes furchtbare Spiel der Blitze ſchießenden Elektricität, der Waſſerſtröme, die dem Dunſtkreiſe entſtürzten, dieſer Maſſen von Dampfwolken, die ſich von der glühenden Erde emporhoben, dieſer Ströme von Gas, die aus der Kugel hervorbrachen, mußte ſo lange dauern, bis die Oberfläche der Erdkugel einen bedeutenden Grad von Feſtigkeit und Kühlung empfangen hatte.

Als nun die gasartigen und elektriſchen Entwickelungen aufgehöret, oder wenigſtens ſich vermindert, die Dünſte ſich verdickt hatten, die Atmoſphäre von der Menge fremdartiger Subſtanzen befreyet war, und die Waſſermaſſen ſich in die niedrigſten Gegenden der Oberfläche zurückgezogen, da erſchienen zum erſten Male Ruhe und Frieden auf der Menſchen künftigem Wohnorte, welcher von dieſer Zeit an durch theilweiſe Umwälzungen beunruhigt ward.

Auch iſt es wahrſcheinlich, daß außer den Verbindungen, wodurch das Waſſer hervorgebracht wurde, noch mehrere andere Statt finden konnten, woraus mannichfaltige Zuſammenſetzungen erwuchſen; und wahrſcheinlich war es eben zu dieſer Zeit, als ſich verſchiedene Säuren bildeten. Wenn der Sauerſtoff und der Waſſerſtoff die ſauermachenden Grundbeſtandtheile ſind, ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß eine große Menge Säuren in einem

Digitized by Google

Zeitraume ihr Daſeyn erhielten, wo bey der allgemeinen Bewegung ſämmtlicher chemiſcher Grundſtoffe dieſe ſehr leicht mit den paſſenden Baſen zuſammenzutreffen vermochten. Dieſe Säuren mußten ſo lange die Erde im glühenden Zuſtande blieb, die Gasform beybehalten und einen Theil des Dunſtkreiſes ausmachen, von welchem ſie ſich in der Folge trennten, indem ſie von dem Waſſer verſchluckt wurden. Bey der großen Verwandtſchaft der Säuren zu einer Menge von Subſtanzen konnten ſie nicht lange in Freyheit bleiben, und ſo iſt es denn ohne Zweifel dieſe Periode geweſen, welcher eine große Anzahl ſalziger Subſtanzen ihre Entſtehung verdankt. Dieſe verbanden ſich entweder mit den Felsarten, deren Bildung begann, oder ſie wurden in der Urwaſſermaſſe aufgelöſet, und theilten ihr den Salzgehalt mit, den ſie ſtets behalten hat; denn eben diejenigen Verbindungen, welche urſprünglich zu einer Zeit der äußerſten Unruhe bewirkt wurden, haben auch jetzt noch im ruhigen und regelmäßigen Laufe der Natur ſtatt.

Bey dieſer Hypotheſe über die Entſtehung der Erden kam es noch nur darauf an, ob der durch die neuern Verbindungen gebunden gewordene Wärmeſtoff hinreichend geweſen iſt, die Erde im Zuſtande der Schmelzung zu erhalten. Um darüber einen ungefähren Ueberſchlag zu machen, nimmt Herr Breislak die Thatſache an, daß derjenige Wärmeſtoff, welcher in Einem Pfunde Sauerſtoffgas enthalten iſt, wenigſtens 66 Pfund Eis zu ſchmelzen im Stande iſt. Da nun Ein Pfund Eis, um flüſſig zu werden, ſo viel Wärmeſtoff verſchluckt, als erforderlich iſt, um Einem Pfunde flüſſigen Waſſers von 0 Grad Réaum. eine Wärme von 60° Réaum. mitzutheilen; ſo iſt der in Einem Pfunde Sauerſtoffgas enthaltene Wärmeſtoff auch hinreichend, eine Wärme von 60 Grad Réaum. 66 Pfunden flüſſigen, aber 0 Grad Réaum. kalten Waſſers zu ertheilen. Wenn man nun, nach de la Metherie Beſtimmung, das Gewicht unſerer Atmoſphäre auf 9052819833440311680

Pfund ſetzt, wovon ohngefähr der fünfte Theil Sauerſtoffgas und der übrige Theil Stickſtoffgas iſt, ſo erhelle hieraus, daß die Bildung dieſer beyden Gasarten, aus welchen unſere Atmoſphäre beſtehe, hingereicht haben würde, eine Maſſe von Wärmeſtoff, ſo groß man ſie auch annehmen möge, aufzuzehren. Der bekannte Verſuch mit dem pnevmatiſchen Feuerzeuge beweiſe, daß eine Zuſammenpreſſung, ſo wie wir ſie mit einem Handſtoße in einem geringen Luftvolumen hervorbringen könnten, hinlänglich ſey, eine Hitze zu entwickeln, die entzündbaren Körper in Flamme zu bringen. Wenn eine ſolche Hitze ſich aus einer geringen Menge Luft durch eine mäßige Zuſammenpreſſung entwickele, ſo denke man ſich, wenn es möglich ſey, was geſchehen würde, wenn die ganze Atmoſphäre zur Feſtigkeit zurückgebracht werden könnte.

Was für ein Ergebniß würde aber erfolgen, wenn man gar den Wärmeſtoff berechnete, welcher im Waſſer gebunden blieben iſt und ihm Flüſſigkeit verleihet? Die geſammte Maſſe des Meereswaſſers iſt auf 55091600 Cubikmeilen geſchätzet worden, die Meile zu 2283 Lachter gerechnet. Hierzu muß man noch das Waſſer der Seen, der Flüſſe und dasjenige rechnen, welches auf der Erde und in Dampfform in der Atmoſphäre in Kreiſung iſt. Wenn nun das Waſſer aus der Verbrennung des Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgaſes entſteht; was für eine unermeßliche Menge dieſer beyden Gasarten mußte nicht bey der Bildung des Waſſers aufgezehrt werden? indem der D. Clarke durch ſeine Verſuche erwieſen habe, daß eine Miſchung des Waſſerſtoffgaſes mit dem Sauerſtoffgaſe, in dem genauen Verhältniſſe, um Waſſer zu bilden, einen Hitzgrad erhalte, welcher die Kraft beſitze, auch die allerwiderſpenſtigſten Körper zur Schmelzung zu bringen. Herr Breislak bemerket, daß ihm eingewandt worden: weil die beyden Gasarten bey der Waſſerbildung aus dem luftförmigen Zuſtande in den der tropfbaren Flüſſigkeit eine ſehr große Menge Wärmeſtoff entbunden haben müßten, ſo müſſe derſelbe wieder zur allgemeinen Maſſe, von

welcher er getrennt worden, zurückgekehret ſeyn. Es ſey dies zum Theil wahr, aber es ſey aber auch nicht weniger wahr, daß eine ſehr große Menge dieſes Wärmeſtoffs gebunden geblieben ſey, um dem Waſſer den Zuſtand der Flüſſigkeit zu verleihen.

Nähme man nur an, alle flüſſige und gasartige Subſtanzen wären fähig, auf einmal feſt zu werden: könnte die unberechenbare Menge Wärmeſtoffs, welche frey wurde, nicht fähig ſeyn, unſern Planeten zu ſchmelzen? Hiebey bemerket Herr Breislak, daß man jedoch, ohne eine Quelle von Wärmeſtoff vorauszuſetzen, der Vermuthung nicht Raum geben könne, daß die Erde zu Gas werden, oder zu einer Maſſe elaſtiſcher Flüſſigkeiten aufgelöſet werden könne; weil, ſo wie dieſe ſich allmählig bildeten, die freye Wärme gebunden werden, und die Materie von neuem eine feſte Form annehmen würde. Er glaubet, daß diejenigen Naturforſcher, welche dafür halten, daß unſer Planet urſprünglich aus lauter gasförmigen Flüſſigkeiten zuſammengeſetzt geweſen, ſehr in Verlegenheit ſeyn würden, wenn ſie angeben ſollten, auf was für eine Art der Wärmeſtoff verwendet worden, als die Grundlagen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten zur Feſtigkeit übergiengen; vorzüglich wenn man bedenkt, daß dieſer Wärmeſtoff gezwungen war, den Geſetzen der Anziehungskraft zu folgen, die ihn ſtets zur Erdkugel trieben, und ſeine Trennung von derſelben nicht erlaubten. Im Gegentheil bey der Hypotheſe der nur feurigen Flüſſigkeit, welche durch die Verbreitung des Wärmeſtoffs in der Maſſe der Elemente bewirkt wurde, könne man die Abkühlung und Feſtwerdung der Erdkugel aus der Hervorbringung der ſteten elaſtiſchen Flüſſigkeiten, welche die Atmoſphäre bilden, aus der Bindung des Wärmeſtoffs, der ſowohl in den ſteten elaſtiſchen Flüſſigkeiten, als in den Dämpfen und in vielen andern Subſtanzen ſtatt haben mußte, erklären.

Gegen die vom Herrn Breislak angenommene Behauptung, daß, wenn die in der geſammten Erdmaſſe

jeʒt vorhandene Wärmematerie ſich entwickelte und frey würde, dieſelbe hinreichend ſeyn würde, die Erde wieder in den Zuſtand der feurigen Flüſſigkeit zurück zu bringen, hat Herr Pini *) erhebliche Einwendungen gemacht. Er ſagt, wenn man zur Erleichterung der Rechnung den geſammten Druck unſerer Atmoſphäre auf die Erdfläche durch 1,000000,000000,000000 Pfund ausdrücke, ſo ſey hiedurch der Wärmeſtoff ſchon ſehr vermehrt; allein er wolle noch eine andere Vermehrung dadurch hinzuthun, daß er annehme, die ganze Atmoſphäre beſtehe aus Sauerſtoffgas. Wenn nun Ein Pfund Sauerſtoffgas 66 Pfund Eis ſchmelze, oder ſo viel Waſſer von 0 Grad zu 60° Réaum. erhöhe, ſo müßte Eine Trillion Pfunde Sauerſtoffgas 66 Trillion Pfunde Eis ſchmelzen, oder ſo viel Waſſer von 0° bis zu 60° Réaum. erhöhen können. Um aber recht freygebig zu ſeyn, wolle er dem Sauerſtoffgaſe noch eine Trillion Pfunde hinzuſetzen, und annehmen, daß von der Maſſe aller uns bekannten Gasarten ſo viel Wärmeſtoff zu entwickeln ſey, daß dadurch 67 Trillionen Pfund Eis geſchmolzen werden könnten. Es würde alſo der Wärmeſtoff der jeʒt vorhandenen Gasarten, wenn er ſich insgeſammt entwickelte, die Maſſe der Erde nicht anders ſchmelzen, oder Waſſer von 0° bis zu 60° Réaum. erwärmen können, als nur dann, wenn ſie aus 67 Trillionen Pfunden beſtände. Es überſchreite aber die Maſſe der Erde nach der Berechnung des Herrn de la Metherie das Gewicht von 9 Millionen Pfunden, und dieſe könne von dem Wärmeſtoffe der Gasarten nicht aufgelöſet werden, wenn man auch annehmen wollte, daß die Erde eben ſo ſchmelzbar als Eis ſey. Um jedoch Steine und andere feſte Körper zu ſchmelzen, aus welchen größtentheils die Erde beſtehe, ſey eine ungleich ſtärkere Hiʒe nöthig, als um Eis zu ſchmelzen. Es ſey daher aller Wärmeſtoff, der jeʒt mit den verſchiedenen Körpern unſerer Erde verbunden ſey,

*) Sui sistemi geologici riflessioni analitiche. Milano 1811. 8.

völlig unzureichend, den Erdkörper in den Zuſtand feuriger Flüſſigkeit zu ſetzen.

Herr **Breislak** beantwortet **Pini's** Berechnung auf eine nicht völlig befriedigende Art. Er findet für nöthig, darauf aufmerkſam zu machen:

1. Daß, wenn die Menge des Wärmeſtoffs, die in allen gasförmigen und flüſſigen Subſtanzen außer dem Sauerſtoffgaſe, vorhanden iſt, auf $\frac{1}{87}$ desjenigen berechnet wurde, der allein in dieſem Gaſe enthalten, dann eine ſolche Annahme viel zu niedrig ſcheint. Man ſehe nicht ein, wodurch dieſe Rechnung begründet werde; beſonders wenn man in Betrachtung ziehe, daß der Stickſtoff $\frac{4}{5}$ unſerer Atmoſphäre ausmache. — Der Ueberſetzer Herr **von Strombeck** bemerket hiebey aber ganz richtig, daß **Breislak** überſehen haben müſſe, daß **Pini** angenommen habe, unſere Atmoſphäre beſtehe ganz allein aus Sauerſtoffgas. —

2. Daß **Pini** in ſeiner Berechnung nur diejenige Menge Gas in Betracht ziehe, woraus die Atmoſphäre gebildet ſey, diejenige aber außer Acht laſſe, welche ſich unter der Oberfläche der Erde befinde. Es ſey gewiß, daß, zu welcher Tiefe man hinabſteige, man Luft antreffe, deren Maſſe in einem gegebenen Volumen um ſo größer ſey, je tiefer ſie ſich befinde, wegen des von den obern Luftſchichten auf ſie ausgeübten Druckes. Erwäge man nun noch die übrige Menge der Flüſſigkeiten, welche im Innern der Erde verbreitet ſeyn, und füge dazu die der obern Atmoſphäre, werde ſich das Produkt dann nicht unendlich vermehren? — Doch bemerket er dabey, daß die unter der Oberfläche der Erde befindliche Luft wegen ihrer größerer Dichtigkeit auch eine geringere Menge ſpecifiſcher Wärme enthalten könne.

3. Sey zu bemerken, daß **Pini's** Berechnung auf falſchen Grundſätzen beruhe, indem er annehme, daß diejenige Menge Wärmeſtoffs, welche dem Waſſer ein Wärmemaas von z. B. 75° verleihe, dieſelbe Wirkung auf die Erdmaſſe hervorbringen müſſe. Es ſey aber bekannt,

Digitized by Google

wie verſchieden die Capacitäten der Körper ſeyn, und daß die Capacität des Waſſers weit größer ſey, als die der erdigen und metalliſchen Subſtanzen; ſo daß es möglich ſey, daß es Umſtände gebe, unter welchen diejenige Menge Wärmeſtoffs, welche hinreichend iſt, einer Waſſermaſſe das Wärmemaas von 75° zu verleihen, im Stande ſey, einer gleich großen Maſſe irgend eines andern Stoffs, oder einer andern Miſchung, eine Wärme von 750 Graden zu geben.

Ueberhaupt ſey aber hier von einem ſolchen phyſiſchen Problem die Rede, welches einer auf Berechnung geſtützten Auflöſung nicht fähig ſey, und wir müßten uns begnügen, ob ſie als möglich oder unmöglich angenommen werden könne. So wie mir aber auf der einen Seite eine Menge auf die höchſte Wahrſcheinlichkeit gegründeter Vermuthungen den Glauben bewirken müßten, daß der Urſtoff der Erde durch die Kraft des jetzt mit den Körpern chemiſch verbundenen Wärmeſtoffs in einem Zuſtande feuriger Flüſſigkeit geweſen ſey; eben ſo zeige eine ſo einfache als ſtrenge Berechnung die abſolute Unmöglichkeit, daß je die Erdmaſſe im Waſſer habe aufgelöſet ſeyn können.

Wenn man endlich mit einem von jenem Vorurtheil freyen Geiſte die hier in Frage ſtehenden beyden Hypotheſen vergleiche, ſo wage er zu behaupten, daß man bald einſehen werde, welche mit dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer naturwiſſenſchaftlichen Kenntniſſe am meiſten zuſammenſtimme und alſo vorgezogen zu werden verdiene.

Der Herr Prof. Steinhäuſer *) ſtellt ſich unſere Erde als eine Hohlkugel vor, in deren Innern ſich Körper nach regelmäßigen Geſetzen bewegen. So gedenket er ſich einen großen Magnet, der in der innern Höhlung der Erde ſich regelmäßig fortbeweget, wovon vorzüglich die Abweichung der Magnetnadel abhängt.

Was das Alter unſerer Erde betrifft, ſo iſt man erſt in den neueſten Zeiten auf phyſiſche Ereigniſſe aufmerkſam

*) Gilbert's Annalen der Phyſ. B. LXI. S. 75. ff.

Digitized by Google

geworden, welche uns darüber ſicherere Aufſchlüſſe zu geben ſcheinen, als die Moſaiſche Geſchichte. Es ſcheinen ſelbſt dieſe Begebenheiten dahin zu deuten, daß unſere Erde nicht auf einmal, ſondern periodenweiſe entſtanden iſt. Beſonders merkwürdig ſind diejenigen Perioden, welche die Waſſerbedeckungen in ſich begreifen, welche unſere Erde mehr als einmal erlitten hat, und wovon wir aus der Geſchichte nur die letzte unter dem Namen der Noachiſchen Sündfluth kennen. Dieſe verſchiedenen Zeitperioden geben die unläugbarſten Beweiſe ab, daß unſere Erde viel älter iſt, als man ſonſt gewöhnlich glaubt. Herr Kirchner *), Hofbauinſpektor zu Weimar, hat mit vielem Fleiße alle dieſe Data zuſammengeſammelt, welche dazu dienen, aus phyſiſchen Gründen einen Schluß auf das hohe Alter unſerer Erde zu machen. Seine Unterſuchungen ergeben folgendes. Die älteſte Periode, welche die Erde in ihrer Bildung gehabt hat, betrifft die Entſtehung der Urgebirge. Dieſe machen gleichſam den Kern der Erde aus. So weit man nämlich in dieſe hat eindringen können, iſt nirgends eine Spur einer daſelbſt beſtandenen und untergegangenen Vegetation gefunden worden. Ueberall beſtehen die Urgebirge als rohe Felſenmaſſen ohne alle Ueberreſte von thieriſchen Körpern, welche über dem Urgebirge häufig gefunden werden. Man findet ſogar auch nichts von Geſchöpfen, welche ihren Aufenthalt blos im Waſſer haben. Ein Beweis, daß damals, als die Urgebirge entſtanden, die Erde ohne alle organiſche Bildung und weiter nichts, als eine rohe Maſſe war. Ueberall in allen Theilen der Erdoberfläche gehen die Urgebirge zu Tage aus. Sie erheben ſich auch zu ungeheuren hohen Felſenklüften, und ragen an verſchiedenen Stellen der Erde gleichſam wie Thürme aus den neueren Gebirgsmaſſen, welche vom Waſſer zwiſchen dieſelbe eingeſchwemmt zu ſeyn ſcheinen, empor. Die Erde muß alſo bey der Entſtehung der Urgebirge eine außerordentlich

*) Das Alter der Erde, mit einer Kupfert. Leipz. 1819. 8.

hohe Waſſerbedeckung gehabt haben, aus der ſich die Urgebirgsmaſſen niedergeſchlagen und gelagert haben.

Die Waſſerfluthen müſſen ſich nach und nach verzogen, und die Oberfläche der Erde zum Theil in das Trockene geſtellt haben. Dieſes bemerkt man an dem Todtliegenden, welches gleichſam die zweyte Schaale der Erde iſt. Die Urgebirgsmaſſen, welche ſich hin und wieder mächtiger und höher aufgelagert haben, ragen zwiſchen dem Todtliegenden empor, und dieſes behauptet überall auf der Erde ein niederes Niveau. Das Todtliegende hat überall das Anſehen, als wenn die Gewäſſer beym Abgehen von der Erde die Trümmer und die Schutte von den Urgebirgen in die tiefen Stellen geführt und das Todtliegende damit gebildet haben. Das Todtliegende ſtellt demnach eine zweyte Periode vor, welche die Erde erlitten hat, nämlich eine ſtarke Verminderung des Waſſers, wo die Oberfläche der Erde das erſte Mal zum Theil in das Trockene geſtellet worden iſt. Hier zeigt ſich die erſte Spur und gleichſam der Keim zur folgenden Organiſation und vegetabiliſchen Bildung unſerer Erde. Nichts als wenige Ueberreſte von Farrenkräutern, die nur in Steinmaſſen und Felſenklüften hervorwachſen — Algen, Schorfmooſe, die ſich auch jetzt noch auf dem nackten und rohen Erdreiche erzeugen. — Und Thierpflanzen, welche auch auf der unterſten Stufe der organiſchen Bildung ſtehen, findet man hier im verſteinerten Zuſtande.

Hierauf folgt eine dritte Periode. Eine zweyte Waſſerbedeckung hat, nachdem die Oberfläche der Erde zum Theil trocken geſtanden hatte, wieder ſtatt gefunden, bey welchen die ältern Flötzgebirge ſich gelagert und gebildet haben. Mannichfaltige Ueberreſte von Geſchöpfen, Hüllen von Schaalthieren, die aber alle ihren Aufenthalt nur im Waſſer haben, findet man hier. Ein Beweis von einer größern organiſchen Ausbildung unſerer Erde.

Nach dieſer hat eine vierte Periode ſtatt gefunden, eine ſtärkere und vielleicht größere Waſſerverminderung,

Digitized by Google

als ſich je auf der Erde zugetragen hat. Hier zeigt ſich zuerſt der Boden der Urwelt — Trümmer von mancherley Landthieren, Ueberreſte von Menſchen und deren Reſte findet man hier — Pflanzen und Bäume aller Art ſind hier, aber auf mancherley Weiſe verändert, zum Theil verſteint, zum Theil im verkohlten Zuſtande, anzutreffen. Ob dieſe Periode aus einer oder mehreren beſtanden hat, — ob die verſteinerten und tieferliegenden Waldungen nicht bey einer andern Waſſerbedeckung verſchüttet ſind, als die obern — ob ſich die ältern Flözgebirge aus einer oder mehreren Waſſerbedeckungen gebildet haben, ſcheint bis jezt noch nicht genug erforſcht zu ſeyn. Eben ſo macht es ſich ſehr wahrſcheinlich, daß die Urgebirge ſich unter verſchiedenen Waſſerſtänden gebildet haben: daß die Gewäſſer auf der Erde ſich verminderten, aber auch wieder vermehrten, ſo wie es nachher der Fall geweſen iſt; daß z. B. der Porphyr ſich in einer andern Ueberſchwemmung oder Periode niederſchlug, als die ältern Urgebirgsarten. Aber niemals iſt von der Oberfläche ſo viel und ſo lange in das Trockene geſtellt worden, daß Vegetabilien ſich erzeugen konnten und niemals iſt bey der Erzeugung der Urgebirge die Waſſerverminderung ſo ſtark geweſen, als in den folgenden Perioden.

Nach der Waſſerverminderung, welche die vierte Periode ausmacht, hat eine fünfte Periode in einer Erhöhung des Oceans ſtatt gefunden, bey welcher der Boden der Urwelt verſchüttet worden iſt, und die Flöze des neuern Urſprungs ſich gebildet haben. Endlich trat die letzte Waſſerverminderung ein, welche die ſechſte Periode ausmacht. Man findet die kohlenhaltigen Erdlagen unter verſchiedenen Niveaus. Die neuern ſind allerdings diejenigen, welche man unter den neuerlich vom Waſſer aufgeſchwemmten Erdlagen antrifft. Die ältern ſcheinen die eigentlichen Steinkohlen-Flöze zu ſeyn. Ganze Wälder hat man verſteinert und andere verkohlt in verſchiedenen Tiefen unter einander gefunden. Wenn man nun bedenkt, daß zu jeder Bedeckung dieſer vegetabiliſchen Ueberreſte

Digitized by Google

eine Waſſerfluth nothwendig war; daß zu jeder Erhöhung des Waſſers auf der Erde eine Periode gehöret, ſo giebt dieſes das Anſehen, daß auch die eigentlichen Flötzgebirge in verſchiedenen Perioden gebildet worden ſind; daß bey der Schaffung der Flötzgebirge das Waſſer die Erde mehr als einmal überſchwemmt hat, mehr als einmal trockenes Land geweſen iſt, Pflanzen und Bäume vegetirt haben, verdorrt, verkohlt oder auch verſteinert unter dem Schutt vergraben worden ſind.

Steine, die Jahrtauſende von den Wellen des Meeres hin und her, aus einer Gegend in eine andere gerollt worden ſind, und dadurch alle Ecken und Winkel verloren haben, liegen nun Jahrtauſende auf dem trockenen Lande. Man findet ſie in der Erde und auf der Oberfläche. — Stücken Porphyr und Granit auf Stellen, wo die Natur ſchon näher andere Steinmaſſen und Erden hatte entſtehen laſſen — ganze Felſen von ſolchen abgerollten Steinen, und endlich, was das bewundernswürdigſte iſt, — Marmor, wo ſie nun ſeit Jahrtauſenden in einer unzertrennlichen Vereinigung ſind. Wir zählen ſeit der letztern Ueberſchwemmung 4111 Jahre. Rechnet man nun, daß dieſe Ueberſchwemmung ſeit der Bildung der Erde nicht die einzige geweſen iſt, daß es wohl drey, vier und wahrſcheinlich mehrere ſolche Ueberſchwemmungen und eben ſo viele Waſſerverminderungen, alſo im Ganzen ſechs, acht und mehrere Perioden gegeben hat; rechnet man, daß die vorigen Perioden größer, und die Jahre länger geweſen ſind: ſo können wir nicht anders als mit Bewunderung den Schluß machen, wie viel tauſend Tauſende von Jahren müſſen nicht ſeit der erſten Bildung der Erde verfloſſen ſeyn. —

Eudiometer (Zuſ. z. S. 381. Th. VI.). So viel man auch gegen das Salpetergas, als eudiometriſches Mittel, eingewendet hat, ſo behauptet doch Dalton *),

*) Memoirs of the litter. and philosoph. Society of Manchest. New Series Vol. I. Manch. 1806.

daß es zu dieſer Abſicht nicht allein das bequemſte, ſondern auch eben ſo genau, als irgend ein anderes eudiometriſches Mittel. Er bemerket nur dabey folgendes:

1. Das Salpetergas kann ganz rein erhalten werden, wenn Salpeterſäure, welche mit einem gleichen Volumen Waſſer verdünnt iſt, auf Kupfer oder Queckſilber gegoſſen wird, wobey aber keine oder nur ſehr wenige künſtliche Wärme angewendet werden darf. Der letzte Antheil von Gas, welches auf dieſe Weiſe erzeuget wird, enthält keine wahrzunehmende Menge von Stickgas; und auf jeden Fall läßt es ſich ſehr leicht mit höchſtens 2 bis 3 Procent Stickgas gewinnen. Wahrſcheinlich iſt es dann auch frey von oxydirtem Stickgas.

2. Läßt man in eine 0,3 Zoll weite und 5 Zoll lange Glasröhre 36 Theile Salpetergas und dazu 100 Theile atmoſphäriſche Luft ſteigen, ſo verſchwindet in wenig Minuten die Luftmaſſe bis auf 79 oder 80 Theile, und der Gasrückſtand zeigt keine Spur weder von Sauerſtoffgas noch von Salpetergas.

3. Wenn man in ein mit Waſſer geſperrtes Gefäß, welches ſo weit iſt, daß die Luft, die man hineinläßt, nur eine ſehr dünne Schicht über dem Waſſer bildet, 72 Theile Salpetergas und dazu 100 Theile atmoſphäriſche Luft ſteigen läßt, und ſogleich das Gefäß einen Augenblick ſchüttelt, ſo findet man wie zuvor, einen Rückſtand von 79 bis 80 Theilen reines Stickgas.

4. Je nachdem man in dem letzten Verſuche weniger oder mehr als 72 Theile Salpetergas genommen hat, findet ſich im Rückſtande im erſten Falle Sauerſtoffgas, im letztern Salpetergas.

Nach dieſen Thatſachen glaubt Herr Dalton die Theorie dieſes Prozeſſes auf eine ſehr deutliche Weiſe zu folgern. Sauerſtoffgas vermag ſich nämlich mit Salpetergas nach zwey verſchiedenen Verhältniſſen zu verbinden, ohne daß irgend ein anderes Verhältniß dazwiſchen fällt, und zwar tritt das Sauerſtoffgas ein-

Digitized by Google

mal gerade mit der doppelten Menge Salpetergas als das andere mal in Verbindung. Mit der einfachen Menge Salpetergas bildet es Salpeterſäure, mit der doppelten Menge ſalpetrige Säure. Beyde Säuren können zugleich entſtehen; in dieſem Falle verbindet ſich ein Theil des Sauerſtoffgaſes mit noch einmal ſo viel Salpetergas, als der andere Theil, und es kann daher die Menge das Salpetergas, die von 100 Theilen atmoſphäriſcher Luft verſchluckt wird, von 36 bis 72 Theilen variiren. Dieſes iſt nach Dalton die Haupturſache der großen Verſchiedenheit in den Reſultaten der Verſuche, welche die Chemiker über dieſen Gegenſtand angeſtellet haben. Es laſſen ſich in der That bey der Verbindung von Salpetergas mit atmoſphäriſcher Luft von einerley Reinheit alle Gradationen von 36 bis 72 Procent wahrnehmen. Je weiter die Röhre oder das Gefäß iſt, worin man beyde Luftarten miſcht, deſto mehr Salpetergas wird verhältnißmäßig von der atmoſphäriſchen Luft verſchluckt, und deſto größer iſt die Menge der ſalpetrigen Säure, deſto kleiner die Menge der Salpeterſäure, welche entſteht.

Beym Gebrauche des Salpetergaſes zur Eudiometrie kommt es alſo darauf an, daß entweder blos Salpeterſäure oder blos ſalpetrige Säure gebildet werde. Nach Dalton's Verſuchen ſcheint ſich das erſte leichter und zuverläſſiger als das zweyte bewirken zu laſſen. Das Haupterforderniß dabey iſt eine enge Röhre, die nur ſo weit iſt, daß ſie ſo eben noch Luft durchs Waſſer ſteigen läßt, ohne daß man des Schüttelns bedarf. Man laſſe ein wenig mehr Salpetergas hinzuſteigen, als nöthig iſt, um mit dem Sauerſtoffgas Salpeterſäure zu bilden, ſchüttele die Röhre nicht, und laſſe, wenn die Abſorption für einen Augenblick einhält, ſogleich das rückſtändige Gas in eine andere Röhre ſteigen: in dieſer wird es ſich nicht weiter vermindern. Alsdenn geben $\frac{2}{5}\frac{1}{7}$ oder $\frac{7}{19}$ der Abſorption die Menge des Sauerſtoffgaſes, welche in der unterſuchten Luft vorhanden war.

Das Umfüllen in eine andere Röhre iſt nöthig, damit nicht die entſtandene Salpeterſäure, wenn ſie ſich im Waſſer aufgelöſet hat, etwas von dem rückſtändigen Salpetergas verſchlucke, um damit ſalpetrige Säure zu bilden.

Herr Henry *), welcher Herrn Dalton um eine genauere Anweiſung bat, wie man bey dem Gebrauche dieſes Werkzeuges verfahren müſſe, um genaue Reſultate zu erhalten, bekam von demſelben folgende Vorſchrift: Um ſich des Salpetergaſes in der Eudiometrie genau zu bedienen, wird blos erfordert, daß man beyde Gasarten, in einem verdünnten Zuſtande anwende, nämlich ſo, daß ſie drey bis viermal ihr Volumen von Stickgas (welches bey der atmoſphäriſchen Luft von Natur der Fall iſt) oder einer andern Gasart enthalten, auf welche weder das Sauerſtoffgas noch das Salpetergas wirken.

Wenn dies der Fall iſt, ſo wird, ſobald von dem einen Gas ein Ueberſchuß angewendet wird, das andere Gas in wenigen Minuten abſorbirt, und zwar in einem beſtändigen Verhältniſſe, welches auch die Geſtalt des Gefäßes, oder die Art ſey, wie die Gasarten mit einander gemiſcht werden.

Das Verhältniß iſt 1 Theil Sauerſtoff gegen 1,7 Salpetergas, ſo daß $\frac{10}{27}$ der Verminderung über Waſſer Sauerſtoff; $\frac{17}{27}$ Salpetergas ſind.

Nachdem der größere Theil der Verminderung erfolget iſt, ſo iſt es gut, die Miſchung, ohne daß ſie geſchüttelt wird, unter Waſſer in eine graduirte Röhre überzufüllen.

Wenn man reines Salpetergas zu reinem Sauerſtoffgas in einer engen Eudiometerröhre treten läßt, ſo daß das Sauerſtoffgas die oberſte Stelle einnimmt, ſo vereinigen ſich beyde faſt in demſelbigen gleichförmigen Verhältniſſe wie vorhin; iſt dagegen das Salpetergas

*) Epitome of experiment. Chemistry; the Fifth Edit. p. 179. überſ. von Frid. Wolff. B. I. S. 281.

das obere, ſo verſchwindet eine weit geringere Menge, nämlich 1,24 Salpetergas gegen 1 Theil Sauerſtoffgas.

Bringt man unverdünntes Salpetergas zu reinem Sauerſtoffgas in einem weiten Gefäße, ſo findet die ganze Wirkung unmittelbar ſtatt, und 1 Maas Sauerſtoffgas wird 3,4 Salpetergas verdichten.

Folgendes Beyſpiel kann zur Erläuterung dieſer Regel dienen: Man laſſe 100 Maas atmoſphäriſche Luft zu 100 Maas einer Miſchung aus Salpetergas mit gleichen Theilen Stickgas oder Waſſerſtoffgas treten. Nachdem ſie einige Minuten im Eudiometer geſtanden haben, wird man 144 Maas finden. Wird nun der Verluſt 56 durch den Diviſor 2,7 getheilt, ſo erhält man zum Quotienten faſt 21, welches den Sauerſtoff angiebt, der in 100 Maas atmoſphäriſcher Luft enthalten iſt.

Enthalten die gemengten dem Verſuche zu unterwerfenden Gasarten eine größere Menge Sauerſtoff als in der atmoſphäriſchen Luft enthalten iſt, ſo muß man das Salpetergas mit einem gleichen Volumen Waſſerſtoffgas verdünnen, und in dieſem Falle wird, je enger die Röhre iſt, in welcher der Verſuch angeſtellet wurde, um ſo genauer das Reſultat ſeyn.

Herr Gay-Luſſac *) hat ſeinen Verſuchen zu Folge gefunden, daß man Salpeterſäure oder ſalpetrige Säure, und eine dem dreyfachen oder dem vierfachen Volumen des verzehrten Sauerſtoffgas gleichkommende Abſorption erhält, je nachdem in der Miſchung der beyden Gasarten entweder das Sauerſtoffgas oder das Salpetergas vorwaltet. Kommt es aber darauf an, der Luft allen Sauerſtoff zu entziehen, ſo muß man das Salpetermaas im Uebermaas zuſetzen, und alſo eine Abſorption bewirken, die dem vierfachen Volumen des Sauerſtoffgas gleich iſt. Bewerkſtelligte man alſo, wie Dalton verlangt, die Miſchung in einer ſehr engen Röhre, ſo

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXVI. S. 37. ff.

würde der entſtehende ſalpetrigſaure Dampf nur ſehr ſchwer vom Waſſer verſchluckt werden, weil er damit zu wenig in Berührung wäre, es würde daher nöthig werden, zu ſchütteln; dann wird aber auch Salpetergas verſchluckt. Dies ſey der Grund, warum man beym Vermiſchen von 100 Maas atmoſphäriſcher Luft mit 100 Maas Salpetergas ſehr veränderliche Abſorptionen erhalten habe, aus welchen das Mittel 93 Maas betrug, indeß doch in der atmoſphäriſchen Luft nur 21 Maas Sauerſtoffgas enthalten waren, die Abſorption alſo nicht mehr als 84 Maas hätte betragen ſollen. Auch iſt es nicht einerley, ob man das Salpetergas vor der andern Luft, oder nach ihr in die Röhre ſteigen läßt; denn ließe man es zuerſt hineinſteigen, ſo könnte ſich zugleich mit der ſalpetrigen Säure auch Salpeterſäure bilden. Um daher alle mögliche Fehler zu vermeiden, giebt Gay-Lüſſac folgende Operation an:

Man nehme keine enge, ſondern eine ſehr weite Röhre oder ein Cylinderglas, fülle 100 Maas der zu unterſuchenden Luft hinein, und laſſe 100 Maas Salpetergas hinzuſteigen. Es entſteht ſogleich ein rother Dampf, der ſchnell verſchwindet, ohne daß man ſchüttelt, und nach ½ oder höchſtens 1 Minute iſt die Abſorption vollkommen vollendet. Man läßt nun den Gasrückſtand in eine eingetheilte Röhre ſteigen, und hier findet ſich die Abſorption, wenn man atmoſphäriſche Luft genommen hat, faſt beſtändig 84 Maas, wovon der vierte Theil, alſo 21 Maas, die Menge des Sauerſtoffgas anzeiget, welche in 100 Maas atmoſphäriſcher Luft enthalten iſt. Herr Gay-Luſſac hat ſehr viele Analyſen dieſer Art unter veränderten Umſtänden angeſtellet, und zwiſchen ihnen immer eine vollkommene Uebereinſtimmung gefunden.

(Zuſ. zu S. 381. Th. VI.). Das Waſſerſtoffgas-Eudiometer des Herrn Volta iſt nach den neuern Erfahrungen als eines der nützlichſten und vortheilhafteſten befunden worden. Das ganze Verfahren beſteht darin,

Digitized by Google

daß eine beſtimmte Menge der zu prüfenden Luft mit einer beſtimmten Menge Waſſerſtoffgas in einer weiten gläſernen Röhre vermiſcht, und dieſe Miſchung durch den elektriſchen Funken entzündet wird; hiernächſt beurtheilet man die Reinheit der Luft nach dem Volumen des Rückſtandes, den man in einer graduirten Röhre mißt. Anfänglich hatte man dieſem Eudiometer zur Laſt gelegt, daß es keine zuverläſſigen Reſultate, und beſonders den Sauerſtoffgehalt der Luft zu klein gebe. Die Herren Gay-Luſſac und v. Humboldt *) haben aber gezeiget, daß dies Eudiometer eins von den beſten ſey. Es war ihnen vorzüglich um eine genügende Antwort folgender vier Fragen zu thun: 1. Kann, wenn man ein Gemenge aus Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas im Volta'ſchen Eudiometer entzündet, eine dieſer beyden Gasarten vollſtändig abſorbiret werden? 2. Iſt das Produkt der Verbindung dieſer beyden Gasarten beſtändig von einerley Natur? 3. Nach welchem Verhältniſſe vereinigen ſie ſich zu Waſſer? und 4. welches ſind die Grenzen der unvermeidlichen Fehler beym Volta'ſchen Eudiometer? Um dieſe Fragen ſo genau als möglich zu beantworten, ſuchten ſie durch die bekannten Mittel reines Sauerſtoff- und reines Waſſerſtoffgas zu erhalten, und fanden, daß die Abſorbtion des Sauerſtoffgaſes, welche durch ſeine Verbindung mit dem Waſſerſtoffe hervorgebracht wird, als eine beſtändige Größe betrachtet werden kann, daß aber über dieſe Grenze hinaus eine ſehr merkliche Verminderung in dem Verſchwinden des Sauerſtoffes ſtatt findet, und daß bey gewiſſen Verhältniſſen gar keine Entzündung ſtatt findet. Ihren Verſuchen zu Folge geben 100 Theile Waſſerſtoffgas, wenn ſie mit 200 bis 900 Theilen Sauerſtoffgas vermiſcht werden, durchgängig eine Abſorbtion von derſelben Größe, welche 146 beträgt. Wird aber dieſe Grenze überſchritten, ſo wird die Abſorbtion abnehmend; mengt man 100 Theile Waſ-

*) Journal de physique. Tom. LX. p. 192. 199.

ſerſtoffgas mit 950 Theilen Sauerſtoffgas, ſo iſt ſie nur 68, und nimmt immer mehr ab, je mehrere Theile vom Sauerſtoffgas zu 100 Theilen Waſſerſtoffgas gemengt werden; iſt endlich die Menge des Waſſerſtoffgaſes gegen die des Sauerſtoffgaſes in dem Verhältniſſe 1 zu 16, ſo findet gar keine Entzündung mehr ſtatt.

Dieſelben Erſcheinungen ereignen ſich auch umgekehrt, wenn man der Reihe nach 100 Theile Sauerſtoffgas erſt mit 200, dann mit 300 Theilen und ſ. f. mit 1000 und mehr Theilen Waſſerſtoffgas mengt und entzündet, nur mit dem Unterſchiede, daß die Grenze, wo die Abſorbtion conſtant zu bleiben aufhört, hier weiter hinaus liegt. Und dies erklärt ſich ſehr natürlich daraus, daß beym Entzünden in dieſem Falle ſich 300 Theile, im vorigen dagegen nur halb ſo viele Theile gegenſeitig abſorbiren.

Auch Stickgas und kohlenſaures Gas geben ähnliche Reſultate. Entzündet man z. B. eine Miſchung aus 900 Theilen Stickgas mit 100 Theilen Waſſerſtoffgas und 100 Theilen Sauerſtoffgas, ſo verſchwinden nur 50 Theile, indeß bey einem geringern Theile von Stickgas ſtets die vollſtändige Abſorbtion von 146 Theilen erhalten wurde. Sind auch noch fernere Verſuche nöthig, dieſen Gegenſtand gehörig aufzuhellen, ſo beweiſen doch die Verſuche ſo viel, daß, wenn Miſchungen aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas mit verſchiedenen andern Gasarten gemiſcht werden, die Abſorbtion bis zu einer gewiſſen Grenze conſtant ſeyn kann, über welche hinaus ſie aber ſehr ſchnell abnimmt.

Da die Abſorbtion des Sauerſtoffs und Waſſerſtoffs bey beſtimmten Verhältniſſen vollſtändig, bey andern aber es nicht iſt, ſo wird man immer im Stande ſeyn, ein Gasgemiſch der letztern Art in eines der erſtern umzuändern, indem man ihm entweder Waſſerſtoff, oder Sauerſtoffgas, oder auch beyde zuſammenſetzt. Derjenige Antheil von Gasarten, welcher nicht vollſtändig verbrennt, findet ſich vollkommen im Rückſtand wieder.

Digitized by Google

Was die zweyte Frage anlangt, ſo gab ihnen eine große Anzahl von Verſuchen das Reſultat, daß Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas beſtändig nach demſelben Verhältniſſe verſchwinden, das eine oder das andere mag im Uebermaße vorhanden ſeyn. Es iſt daher nicht zu zweifeln, daß das Produkt des Verbrennens des Waſſerſtoffs ſtets von einerley Natur iſt.

Um die dritte vorgelegte Frage mit Genauigkeit zu beantworten, haben ſie zwey Reihen von Verſuchen angeſtellet, aus welchen ſich ergab, daß 100 Theile Sauerſtoffgas (dem Volumen nach) nahe 200 Theile Waſſerſtoffgas zu ihrer Sättigung verlangen. Ueberdem überzeugten ſie ſich, daß Veränderungen der Temperatur auf das angegebene Verhältniß, wonach beyde Gasarten ſich abſorbiren, keinen Einfluß haben.

In Anſehung der vierten Frage war es ihnen leicht zu zeigen, daß ſich mittelſt des Volta'ſchen Eudiometers die kleinſte Menge von Sauerſtoffgas oder Waſſerſtoffgas meſſen läßt. Da nämlich jedes Hundertel Sauerſtoffgas ſich durch eine dreymal größere Abſorbtion giebt, ſo kommen die Fehler, welche man begeht, nur zu einem Drittel auf den Gehalt an dieſem Gas, und beſonders jetzt, da man ſehr genaue Inſtrumente hat, welche ein Maas Luft in 300 gleiche Theile theilen, kann man, ſelbſt wenn um einen ganzen Theil geirrt werden ſollte, nicht viel über 0,001 im Sauerſtoffgasgehalte der Luft, welche zerlegt wird, fehlen. Hieraus erhellet alſo, daß ſich durch dieſes Eudiometer nicht nur ſehr geringe Unterſchiede zwiſchen zwey verſchiedenen Portionen atmoſphäriſcher Luft auffinden laſſen, ſondern daß dadurch ſelbſt im Stickgas oder Waſſerſtoffgas ein Antheil von wenig mehr als 0,003 Sauerſtoffgas zu entdecken ſey, obgleich im letztern Falle nicht unmittelbar, ſondern erſt nachdem man (um Entzündung und vollſtändiges Verbrennen bewirken zu können) eine gewiſſe Menge Sauerſtoffgas hinzu geſetzt hat, für das man zuvor durch Verſuche die Größe der Abſorbtion mit Waſſerſtoffgas beſtimmt haben

müßte. Ein Drittel von dem Unterſchiede der Abſorbtion in beyden Fällen gäbe die Menge des Sauerſtoffgaſes in der unterſuchten Luft.

Herr Bertholet der jüngere *) empfiehlt bey dieſem Eudiometer noch einige Vorſichtsregeln, um die möglichſte Genauigkeit im Reſultate zu erlangen. Er führet an, daß man ſchon vor längerer Zeit bemerket habe, daß, wenn man in dieſem Eudiometer über Waſſer operirt, und das Inſtrument während des Verbrennens der Gasarten verſchloſſen hält, der Gasrückſtand durch Luft vermehrt wird, welche ſich aus dem Waſſer in dem Augenblicke entwickelt, wenn man dieſes in den leeren Raum hinauf ſteigen läßt, der durch die Detonation entſtanden iſt. Zahlreiche Verſuche haben Herrn Bertholet belehret, daß ſich aus dem Waſſer in der That viel weniger Luft entwickelt, wenn das Eudiometer während des Detonirens offen bleibt, als wenn man es verſchloſſen hat; daß die Menge dieſer Luft deſto größer iſt, je größer das Gasvolumen iſt, welches man detonirt hat, bey einerley Verhältniß deſſelben zum Rückſtande; und daß ſich endlich von dieſer Luft in eben dem Verhältniſſe mehr entwickelt, als des Rückſtandes im Verhältniſſe des detonirten Gasgemiſches weniger bleibt. Da auch noch mehrere andere Umſtände auf die Menge der Luft, die in dem Eudiometer aus dem Waſſer aufſteiget, Einfluß haben, ſo hat ſie den doppelten Nachtheil, der Genauigkeit der Reſultate hinderlich zu werden und viel Unregelmäßigkeit in die Reſultate zu bringen.

Nach Herrn Bertholet's Verſuchen kann man alsdann nur vergleichbare Reſultate hoffen, ſelbſt beym Detoniren in einem unverſchloſſenen Eudiometer, wenn man in derſelben Reihe von Verſuchen einerley Volumina der mit einander zu detonirenden Gasarten beybehält, und beyde Gasarten in ſolchem Verhältniſſe nimmt, daß das Volumen des gasförmigen Rückſtandes wenigſtens noch

*) Gilbert's Annalen d. Phyſik B. XXXIV. S. 452. u. f.

die Hälfte des Volumen der beyden mit einander detonirten Gasarten beträgt.

Herr Gay-Luſſac *) ſcheint auf den angeführten Umſtand des Herrn Bertholet's, daß ſich nämlich beym Detoniren Luft aus dem Waſſer entbindet, aufmerkſam geworden zu ſeyn. Er führet nämlich an, daß man beym Gebrauche des Volta'ſchen Eudiometers zwey Bedingungen nicht zu überſehen hat, von welchen die Genauigkeit des Reſultats weſentlich abhängt. Die erſte iſt, daß das Inſtrument im Augenblicke der Exploſion verſchloſſen ſey, indem man ſonſt Gefahr laufen würde, Gas zu verlieren; die zweyte, daß ſich in dem Detonations-Gefäße kein leerer Raum bilden könne, weil ſich ſonſt Luft aus dem Waſſer entbindet, und den Gasrückſtand vermehrt. Herr Gay-Luſſac hat daher eine neue ſehr einfache Einrichtung des Volta'ſchen Eudiometers angegeben; welches mit dieſen beyden angeführten Vorzügen noch einen dritten vereinigt, nämlich den großer Einfachheit, ſo daß man es überall ohne große Mühe gemacht erhalten kann.

Eine dicke Glasröhre (fig. 47.) p q iſt an ihrem obern Ende mit einer Kappe a b von Meſſing, oder von irgend einem andern Metall verſehen, an der nach der innern Seite zu die Kugel c feſtſitzt. Dieſer gegenüber befindet ſich die Kugel d, am Ende eines ſpiralförmigen Drahtes e f, der durch Reibung gegen die Glasröhre in ſeiner Lage erhalten wird; eine äußerſt einfache Einrichtung, mittelſt der ſich die beyden Kugeln, zwiſchen welchen der elektriſche Funken überſpringen ſoll, einander nach Willkühr näher bringen oder einander entfernen laſſen. Um das untere Ende der Röhre iſt eine ringelförmige Faſſung g h gekittet, beſtimmt dem Eudiometer Feſtigkeit zu geben, und an ihr iſt mittelſt einer Schraube g eine kreisförmige Platte i k feſtgeſchraubt, welche ſich um die Schraube, die ihr als Axe dienet, drehen läßt. In der Mitte hat

*) Annales de chimie et de physique. Tom. IV. p. 188. 199.

Digitized by Google

dieſe Platte ein koniſches Loch, welches ein maſſiver Kegel, der auf dem Stäbchen m n feſtſitzet, und durch ihn beym Herauf- und Heruntergehen in der gehörigen Lage erhalten wird, luftdicht verſchließen kann. Da das Ventil während der Exploſion von oben nach unten gepreßt wird, ſo muß es dann geſchloſſen bleiben; in dem Augenblick aber, als ein leerer Raum in dem Innern der Röhre ſich zu bilden anfängt, hebt das (von der Atmoſphäre gedruckte) Waſſer, worin der untere Theil des Eudiometers beym Explodiren gehalten wird, den Kegel auf, und dringt in die Röhre hinein. Damit die Platte i k noch mehr Feſtigkeit habe, geht ſie in eine Ruthe k hinein, welche in der Verlängerung l der Faſſung, an der der Schraube gegenüber ſtehenden Seite derſelben angebracht iſt.

Von der metallenen Handhabe M iſt hier nur ein Theil abgebildet; ſie endiget ſich in einen etwas federnden, an der vordern Seite offenen und mit zwey Backen verſehenen Ring, der in horizontaler Richtung um die Röhre geht, und ſich mittelſt der Schraube V an die Röhre anpreſſen läßt.

Wenn auch mit dieſem Gay-Luſſac'ſchen Eudiometer Einfachheit und Genauigkeit der damit erhaltenen Reſultate verbunden iſt, ſo hat doch ſchon vorher Herr Theod. v. Sauſſure *) auf einige Fehler des Volta'ſchen Eudiometers aufmerkſam gemacht, die auch dieſes von Gay-Luſſac beſchriebenes treffen können. Der erſte Fehler iſt nach Herrn de Sauſſure darin zu ſuchen, daß es ſchwierig iſt, Waſſerſtoffgas anzuwenden, das von einerley Beſchaffenheit, oder von Stickgas und Sauerſtoffgas ganz frey iſt. Waſſerſtoffgas, das mit dem Waſſer der pnevmatiſchen Wanne, oder auch nur mit dem in dem Eudiometer enthaltenen Waſſer in Berührung iſt, nimmt aus dieſem Luft in veränderlichem Verhältniſſe auf. Ein zweyter Fehler liegt in der Beſtim-

*) Gilbert's Annalen der Phyſ. B. LIV. S. 222.

mung der Gasmengen, die zu der Analyſe gebrauchet werden, weil theils das Waſſer der Wanne nicht einerley Temperatur mit der äußern Luft hat, theils die feucht gewordenen Theile des Apparats durch das Verdunſten der Feuchtigkeit mehr oder weniger erkältet werden. Ueberdem bleibt an den innern Wänden der eudiometriſchen Röhre Waſſer hängen in verſchiedenen Mengen, und während der ſehr kurzen Zeit, in der die Analyſe vollendet ſeyn muß, damit Temperatur und Druck möglichſt wenig ſich verändern, vermindert ſie den Raum, den das Gas einzunehmen ſcheinet. Indeſſen urtheilet dieſer Ungewißheiten ungeachtet Herr de Sauſſure, daß das Volta'ſche Eudiometer bey relativen Beſtimmungen doch größere Genauigkeit zu geben ſcheine, als alle andere Eudiometer. Was nun aber die abſolute Menge des Sauerſtoffgaſes betreffe, welche man mittelſt dieſes Inſtrumentes in der atmoſphäriſchen Luft finde, ſo erfordere ſie eine Correction wegen des ſalpeterſauren Ammoniaks, das ſeinen Beobachtungen zu Folge immer beym Verbrennen von Waſſerſtoffgas in atmoſphäriſcher Luft entſtehe.

(Zuſ. zu S. 294. Th. II.). Herr de Marti *) hat ſeiner genauen Verſuche zu Folge dem flüſſigen Schwefel-Waſſerſtoffkalk als eudiometriſches Mittel den Vorzug gegeben. Wenn er Fläſchen, welche $1\frac{1}{2}$ bis 6 Unzen hielten, mit liquidem Schwefelkalk füllte, $\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Unzenmaas atmoſphäriſcher Luft hineinſteigen, und ſie ruhig ohne Schütteln darüber ſtehen ließ, ſo fand er, daß beſtändig eine Abſorbtion der Luft von 0,21 bis 0,23 ſtatt fand. Schüttelte er $\frac{1}{4}$ Maas Luft mit 5 Maas Schwefelkalk, ſo verſchwanden 0,26 der Luft; von einer zweyten Portion atmoſphäriſcher Luft wurden dann aber immer 0,21 verſchluckt. Er zieht hieraus die Folge, daß ſich der Schwefelkalk mit einem gewiſſen Antheil von Stickſtoffgas verbinde, dann aber nicht mehr, wenn er damit

*) Journal de physique. Tom. LII. p. 176.

geſättiget ſey. Friſch bereiteter Schwefelkalk, der noch ſiedend heiß in eine 5 Unzen haltende Flaſche gegoſſen, und folglich aller eingemengten Luft beraubet war, verſchluckte, als man nach dem Erkalten $\frac{1}{4}$ Unzenmaas atmoſphäriſcher Luft hineinſteigen ließ, und 3 bis 5 Minuten lang ſchüttelte, davon 0,5; und eben ſo behandelter, von $\frac{1}{4}$ Unzenmaas Stickgas, 0,29.

de Marti's Eudiometer hat folgende Einrichtung: Man nimmt eine gläſerne 10 Zoll lange, und etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weite gläſerne Röhre, welche nach Linien abgetheilet iſt, ſo daß die daher entſtandenen 100 Theile ohngefähr den Raum von einer Unze Waſſer einnehmen. In dieſe läßt man in eine zwey bis 4 Unzenflaſche voll liquiden Schwefelkalks, welcher zuvor mit Stickgas geſättiget iſt, die zu prüfende Luft ſteigen, ſtöpſelt dann die Flaſche zu, ſchüttelt ſie 5 Minuten lang, öffnet ſie, giebt noch ein Paar Stöße, und läßt das Gas in die Maasröhre zurück treten, um es darin zu meſſen. Wenn der Schwefelkalk zuvor gehörig iſt geſchüttelt, um ihn mit Stickſtoffgas zu ſättigen, und bey geringern Gasmengen kleinere Maasröhren gebrauchet worden, ſo giebt der Verſuch nie auch nur 0,01 Unterſchied.

de Marti glaubte gefunden zu haben, daß Stickſtoffgas das einzige Gas ſey, welches ſich nicht mit Waſſer verbinde. Eine in 100 gleiche Theile getheilte Luftſäule Stickgas, die in einer Röhre durch Waſſer geſperrt iſt, diente ihm daher bey länger dauernden eudiometriſchen Verſuchen, z. B. wenn er die Luft mit dem Schwefelkalke nicht ſchüttelte, zur Berichtigung; und mit Hülfe dieſer Vorrichtung fand er auch bey dieſen Verſuchen immer genau einen Sauerſtoffgehalt von 0,21.

Herr Bertholet *) behauptete dagegen, daß gar keine Abſorbtion des Stickgaſes erfolge, wenn das ſchwefelhaltige Alkali in einer geringen Menge Waſſers auf-

*) Essai de statique chimique, part. prém. p. 512.

gelöſet ſey. Bey ſeinen Verſuchen fand er, daß, ſobald die Abſorbtion des Sauerſtoffgaſes beendiget war, keine fernere Verminderung des Luftvolumens ſtatt fand, welches doch hätte erfolgen müſſen, wenn Stickgas verſchluckt worden wäre. Auch fand er keinen Unterſchied in Anſehung der Abſorbtion, das ſchwefelhaltige Alkali mochte friſch, oder nachdem es mit atmoſphäriſcher Luft geſchüttelt worden, angewendet werden.

Dieſen anſcheinenden Widerſpruch haben aber die Herren v. Humboldt und Gay-Luſſac *) durch ihre Verſuche gehoben! Sie fanden nämlich, daß die Schwefelalkalien eine verſchiedene Wirkung ausüben, je nachdem ſie in heißem, oder kaltem Waſſer aufgelöſet worden ſind. Bey einer Auflöſung von Schwefelalkali, welche bis zum Kochen erhitzt worden war, und welche de Marti bey ſeinen Verſuchen ſtets gebrauchte, fand allerdings Abſorbtion des Stickgaſes ſtatt. Nimmt man dagegen eine nicht durch Hitze, ſondern kalt bereitete Auflöſung von Schwefelakali, wie das Bertholet ſtets gethan hat, ſo findet kein bemerkbares Verſchlucken von Stickgas ſtatt. Sie glauben daher, den Unterſchied zwiſchen den Reſultaten der Herren de Marti und Bertholet darin zu ſetzen, daß bey der heiß bereiteten Auflöſung des Schwefelalkali's eine mehr oder weniger große Menge Stickgas, welche mit dem Waſſer verbunden war, ausgetrieben wurde. Es hat demnach das Waſſer beym Erkalten dieſes wieder verſchluckt, welches eine Verminderung des Stickgaſes zur Folge haben mußte; ſie iſt aber nicht Wirkung der Schwefelalkalien, wie de Marti glaubte, ſondern des Waſſers. Die Herren v. Humboldt und Gay-Luſſac glauben daher, daß man allerdings die Schwefelalkalien mit Sicherheit zur Analyſe der Luft gebrauchen könne, wenn man nur dabey die Vorſicht beobachte, ſie im Kalten aufzulöſen, und ſie einige Zeitlang mit Stickgas oder atmoſphäri-

*) Journal de physique. Tom. LX. p. 129–158.

ſcher Luft in Berührung zu laſſen. Indeß beſitzen ſie die Unbequemlichkeit, daß, da es lange dauert, bis ſie das Sauerſtoffgas vollſtändig verſchluckt haben, man dabey der Correctionen wegen des Thermometer- und des Barometerſtandes bedarf, welche oft ſehr mißlich ſind.

Herr Dr. Hope *) hat dem de Marti'ſchen Eudiometer eine einfachere und zweckmäßigere Einrichtung, mit welchem beym Gebrauche des flüſſigen Schwefelkalks nach Verſuchen des Herrn Hinderſon alles Sauerſtoffgas bey hinlänglichem Schütteln binnen 20 Minuten vollſtändig abſorbirt ſeyn ſoll, gegeben. Dieſe Einrichtung beſteht aus zwey gläſernen Gefäßen, welche Fig 48. ſo mit einander verbunden ſind, wie es bey ihrem Gebrauche nöthig iſt. A iſt eine kleine Flaſche von kaum 2 Zollen im äußern Durchmeſſer, und 3 Zolle in der Höhe. Sie iſt mit einem Halſe und Stöpſel bey D verſehen, und noch ein anderer ähnlicher Anſatz findet ſich bey C. Dieſer iſt zur Aufnahme der eudiometriſchen Flüſſigkeit beſtimmt, B ſtellt ein größeres Gefäß vor, welches zwar von eben demſelben oder einem etwas kleinern Durchmeſſer, aber $8\frac{1}{2}$ Zoll lang iſt. Der Hals von B iſt genau bey C in den obern von A eingeſchloſſen.

Der Gebrauch dieſer Vorrichtung iſt ſehr einfach: Man füllt nämlich auf gewöhnliche Art die Flaſche B mit der zu prüfenden Gasart an; alsdann gießt man in das Gefäß A die eudiometriſche Flüſſigkeit, z. B. eine Auflöſung von Kalk-Schwefelleber, deren ſich Herr Hope gewöhnlich bediente, und bedeckt die Mündung mit einem ebenen Stückchen Glas, taucht ſie unter Waſſer, und ſteckt den Hals von B hinein.

Hierauf thut man das ganze zuſammengeſetzte Gefäß aus dem Waſſer heraus, und neigt es ſo lange bis eine hinlängliche Flüſſigkeit aus A in B gefloſſen iſt. Jetzt kann man es bequem ſchütteln, und die Bewegung ſo lange fortſetzen, bis die Verſchluckung beendigt iſt. Da-

*) *Nicholson* journal etc. Vol. 6. p. 210.

mit aber die verminderte Dichtigkeit des eingeſchloſſenen Gas die Verſchluckung des Sauerſtoffhaltigen Antheils deſſelben nicht verzögere, iſt es gut, von Zeit zu Zeit den Apparat in der Lage, in welcher ihn das Kupfer darſtellt, in eine Schüſſel mit Waſſer zu tauchen, und den Stöpſel bey D ſo weit zu öffnen, daß ſo viel Waſſer eindringen kann, als zur Ausfüllung der Stelle des zerſetzten Gaſes erforderlich iſt. Durch dieſe Beymiſchung wird zwar die Flüſſigkeit verdünnt, aber doch nie zu ſo einem Grade, daß der Prozeß dadurch unterbrochen würde, es ſey denn, daß das Gas ſehr vielen Sauerſtoff enthielte.

Wenn man ein ſolches Gas zum Verſuche braucht, wie das zuletzt bemerkte iſt, ſo kann es dienlich ſeyn, einen Apparat anzuwenden, wo die Flaſche A einen größern Inhalt in Vergleich mit B hat, als der vorhin angenommene.

Sobald man bemerkt, daß nach wiederholtem Schütteln und Oeffnen des Stöpſels B, die Flüſſigkeit nicht höher ſteigt, ſo kann man die Abſorbtion als vollendet betrachten und die Operation endigen, indem man das Inſtrument die natürliche Temperatur annehmen läßt, wenn es aus Mangel der gehörigen Vorſicht, etwa durch die Wärme der Hand, eine andere angenommen haben ſollte.

Wenn die Flaſche B in Grade eingetheilet iſt, ſo kann man den Betrag der Abſorbtion mit einemmale beſtimmen, wenn man den Apparat ſo tief ins Waſſer tauchet, daß die Höhe der eingeſchloſſenen Flüſſigkeit dem Stande deſſelben gleich kommt, und dann den Stöpſel hinwegnimmt. Außerdem kann man das übrige Gas in eine beſondere dazu getheilte Röhre bringen. Bey dieſer Einrichtung erhellet, daß die Flüſſigkeit geſpart und Schnelligkeit mit Nettigkeit und Genauigkeit des Verfahrens verbunden wird.

Die hier angenommene Größe iſt beſonders bey ſolchen Verſuchen, die zum Behuf öffentlicher Vorträge ange-

ſtellet werden, ſehr zweckmäßig; indeſſen iſt nöthig zu bemerken, daß der Apparat zu andern eudiometriſchen Verſuchen um ein Beträchtliches ins Kleinere gezogen werden muß.

D. Hope bemerkte, daß dieſer Apparat, ohne ſeiner weſentlichen Einrichtung zu ſchaden, noch mehr vereinfacher werden könnte, zumal wenn kleine Quantitäten von Gas unterſuchet werden ſollen. In einem ſolchen Falle kann man blos eine kleine Flaſche mit einer einzigen Oeffnung nehmen, worein man eine getheilte, 9 bis 10 Zoll lange Röhre von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, genau einpaßt, ſie aber nicht tiefer hinein gehen läßt.

Wenn die Flaſche einen zwey bis dreymal ſo großen Inhalt hat als die Röhre, ſo kann man die nämliche Auflöſung von Kalk-Schwefelleber wiederholt gebrauchen, und die Abſorbtion wird geſchwinder vor ſich gehn. Beym Gebrauche dieſes Inſtrumentes iſt der Gebrauch und die Manipulation deſſelben die nämliche wie oben; außer wenn man ſehen will, ob die Operation noch weiter fort zu ſetzen, oder zu beendigen iſt. Alsdann öffnet man die Verbindung zwiſchen der Röhre und der Flaſche, ſo weit als nöthig iſt, um Waſſer aus dem Gefäße, in welches das Eudiometer eingetauchet werden muß, hinein zu laſſen.

Bey der genaueſten und vorſichtigſten Operation mit dieſem Eudiometer kann es aber doch einen Fall geben, wo man ſich auf das erhaltene Reſultat nicht ſicher verlaſſen kann. Es iſt nämlich der, in welchem der zu prüfenden Luft Kohlen-Waſſerſtoffgas oder ſauerſtoffhaltiges Kohlen-Waſſerſtoffgas beygemiſcht wäre; da dieſe Gasarten, wie Bertholet und de Sauſſure bemerkt haben, von den ſchwefelhaltigen Flüſſigkeiten abſorbiret werden.

Die eudiometriſchen Mittel mögen aber auch ſeyn, welche man will, ſo hat man doch immer auf folgende Umſtände Rückſicht zu nehmen:

Zu den vergleichenden Verſuchen über den Sauerſtoffgehalt verſchiedener Luftarten muß man beſtändig Luft von derſelben Dichtigkeit gebrauchen, ja der Rückſtand ſelbſt muß dieſelbe Dichtigkeit beſitzen, wie die Luft im Anfange des Verſuchs. Sollte dies der Fall nicht ſeyn, ſo muß man ſie auf denſelben Grad der Dichtigkeit zurückbringen können. Nun giebt es aber drey Umſtände, welche die Dichtigkeit der Gasarten verändern: 1. eine Veränderung im Drucke der Luft; 2. Veränderung der Temperatur; und 3. eine Zunahme oder Verminderung ihrer Menge, vorausgeſetzt, daß das Gefäß, worin ſie enthalten iſt, daſſelbe bleibt, und daß ſie über derſelben Menge Waſſer und Queckſilber ſtehet. Sollte während des Verſuchs eine Veränderung in Anſehung des Luftdrucks erfolget ſeyn, ſo kann man die anfängliche Dichtigkeit der Luft auf denſelben Barometerſtand zurückbringen. M. ſ. Barometer.

Fallen aber Veränderungen in der Temperatur (welche man gewöhnlich vermeiden kann, weil man die Verſuche im Innern der Zimmer vornimmt) während des Verſuches vor, ſo müſſen dieſe nothwendig auf das Volumen der Luft Einfluß haben. Eine Zunahme der Temperatur wird die Luft in einen größern Raum ausdehnen, und eine Abnahme derſelben ſie in einen kleinern Raum bringen. Die Correctionen, welche bey ſolchen Umſtänden erforderlich ſind, laſſen ſich nach den Verſuchen, welche die Herren Gay-Luſſac und Dalton über die Ausdehnung der Gasarten bey verſchiedenen Temperaturen angeſtellet haben, leicht machen. Herr Gay-Luſſac fand nach ſehr genauen Verſuchen, daß eine Luftmaſſe, welche in der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes den Raum 1 annimmt, in der Temperatur des ſiedenden Waſſers ſich bis zum Volumen 1,375 unter einem Drucke von 28 Pariſ. Zollen Barometerhöhe ausdehnet. Es beträgt daher die Zunahme eines Luftvolumens von 32° an bis zu 212° des Fahrenh. Thermometers, oder bey Erhöhung der Temperatur um

180° gerade 0,375 Theile. Dies giebt die Ausdehnung für 1° des Fahrenh. Thermometers eine Ausdehnung von 0,00208, oder $\frac{1}{480}$. Hat alſo während des Verſuchs die Temperatur zugenommen, ſo muß für jeden Grad Zunahme ſo viel vom Volumen des Rückſtandes abgezogen, im entgegengeſetzten Falle aber demſelben zugeſetzet werden. Nach Dalton's Verſuchen dehnte ſich eine Luftmaſſe = 1 vom 55° bis zum 212° Fahrenh. um 1,325 aus, und es war daher die Zunahme des Luftvolumens bey Erhöhung der Temperatur von 157° gerade 0,325, welches für jeden Fahrenh. Grad Aenderung in der Temperatur eine Ausdehnung von 0,00207 oder $\frac{1}{483}$ giebt, und ſehr wenig von dem Gay-Luſſac'ſchen gefundenen Reſultate abweicht. Waſſerſtoffgas, Sauerſtoffgas und Stickgas, mit welchem ähnliche Verſuche angeſtellet wurden, gaben dieſelben Reſultate.

Befindet ſich endlich Luft in einem Gefäße, das mit Waſſer oder Queckſilber geſperrt worden, ſo iſt ihre Dichtigkeit mit der atmoſphäriſchen Luft nicht völlig gleich, es ſey denn, daß die Flüſſigkeit im Innern des Gefäßes eben ſo hoch ſteht, als die äußere Flüſſigkeit in der Schaale, in welcher das Gefäß ſtehet. Bey eudiometriſchen Verſuchen, wo ein Theil der Luft abſorbiret wird, wird dieſer Fall nicht eintreten, ſondern es wird die zum Sperren gebrauchte Flüſſigkeit im Innern des Gefäßes höher ſtehen, als in der Schaale, in welcher das Gefäß ſich befindet: da nun in dieſem Falle die im Gefäße ſich befindende Luft den ganzen Druck der Atmoſphäre nicht aushält, ſondern nur einen Druck, welcher dadurch beſtimmt wird, daß man von der Höhe der Säule, welche den Druck der geſammten Atmoſphäre angiebt, die Höhe der Säule im Innern des Gefäßes über dem äußern Niveau der Flüſſigkeit in der Schale abzieht; ſo muß ſich nothwendig die Luft im Innern des Gefäßes in einem verdünnten Zuſtande befinden, und man muß ſie durch Rechnung auf dasjenige Volumen zurückbringen, welches ſie einnehmen würde, wenn ſie in demſelben

Digitized by Google

Zuſtande der Zuſammendrückung, wie im Anfange des Verſuchs, ſich befände.

Die dadurch zu machende Correction wird ſich leicht auf folgende Art ausführen laſſen: Man nehme an, der Verſuch werde zuerſt über Queckſilber angeſtellet, und ſetze, daß beym Anfange deſſelben die Barometerhöhe $= A$ wäre; die Queckſilberhöhe, welche mit dem Drucke der Säule im Innern des Gefäßes über dem äußern Niveau der Flüſſigkeit in der Schaale das Gleichgewicht halte, ſey $= a$; das Volumen der Luft, welche den Raum im Innern des Gefäßes einnimmt, ſey $= v$, und dasjenige Volumen, welches dieſelbe einnehmen würde, wenn ſie ſich in demſelben Zuſtande der Zuſammendrückung befände, wie im Anfange des Verſuchs $= x$: ſo erhält man, weil ſich die Volumen umgekehrt wie die zuſammendrückenden Kräfte verhalten müſſen, folgende Proportionen: $A : A - a = v : x$, und man findet $x = \frac{v(A - a)}{A}$. Es ſey z. B. $A = 28$ Zolle, $a = 4$ Zoll, und $v = 180$ Cubikzoll, ſo iſt $x = \frac{(28 - 4)\,180}{28}$ $= 154\frac{2}{7}$ Cubikzoll; ohne dieſe Correction würde der Irrthum $25\frac{5}{7}$ Cubikzoll betragen.

Wenn aber der Verſuch über Waſſer angeſtellet wird, ſo muß man nur noch A mit 13,6 multipliciren, weil diejenige Waſſerſäule, welche mit einer Queckſilberſäule im Gleichgewichte ſeyn ſoll, 13,6 mal länger als dieſe ſeyn muß.

Gleich anfänglich ging die Tendenz der Eudiometrie dahin, mit Hülfe eines Werkzeuges die Heilſamkeit der Luft zu prüfen, ob dieſe nämlich zum Einathmen mehr oder weniger brauchbar, und folglich mehr oder weniger zur Erhaltung der Geſundheit des thieriſchen Körpers tauglich ſey. Allein nachher haben unzählige Verſuche gelehret, daß der Sauerſtoffgehalt ſelbſt bey ſolcher Luft, deren ſchädlicher Einfluß auf das thieriſche Leben entſchieden iſt, ſehr wenig von dem ſonſt ſtatt findenden

Verhältniſſe abwich. Es muß daher die Heilſamkeit der Luft für den thieriſchen Körper von andern Stoffen abhängen, welche ſich noch bis jetzt allen eudiometriſchen Unterſuchungen entzogen haben. Es ſind daher keinesweges die Eudiometer, wie man anfänglich glaubte, ſolche Werkzeuge, wodurch man die Salubrität der Luft beſtimmen kann, ſondern man kann ſie blos als ſolche Werkzeuge anſehen, welche dazu dienen, den Sauerſtoffgehalt der Gasarten damit zu beſtimmen.

M. ſ. Annal. de chimie et de physique. Tom. IV. p. 188. suiv. Chemiſches Wörterbuch von Klaproth und Wolff. Art. Eudiometrie, und die Supplemente. Gehlen's neues Journal der Chemie ꝛc. B. V. S. 55.

F.

Fäulniß (Zuſ. zu S. 309. Th. II.). Daß beym Ausſchluß des Sauerſtoffgas, mithin auch der atmoſphäriſchen Luft keine Fäulniß eintreten kann, hat beſonders Herr Gay-Luſſac auf eine genügende Art darzuthun geſucht. Hierauf gründet ſich auch ein Mittel, Speiſen Jahre lang unverdorben aufzubewahren. Man füllt nämlich eine Flaſche mit den aufzubewahrenden Speiſen an, taucht ſie alsdann bis an den Hals ins Waſſer, welches bis zum Sieden erhitzt wird. Wenn es ſiedend heiß iſt, ſo verſtopft man die Flaſche luftdicht. Herr Gay-Luſſac hat aber durch ſeine Verſuche gefunden, daß die kleinſte Menge von Sauerſtoff hinreiche den Anfang der Fäulniß zu veranlaſſen; hat aber dieſe einmal angefangen, ſo ſchreitet ſie fort, es mag atmoſphäriſche Luft zugegen ſeyn, oder nicht. Aus dieſem Grunde muß man diejenigen Sachen, welche man für Fäulniß ſchützen will, nothwendig der Siedhitze ausſetzen, um den kleinen Antheil Luft, welcher an der Oberfläche derſelben haftet, abzuſcheiden.

Neuere Erfahrungen haben auch gelehret, daß beym Räuchern des Fleiſches vorzüglich die mit brenzlich

flüchtigem Oehle geſchwängerte Eſſigſäure (der ſogenannte Holzeſſig) es iſt, welche gegen die Fäulniß ſchützt.

(Zuſ. zu S. 311. Th. II.). Herr Chevreul hat in einer eigenen Abhandlung zu zeigen ſich bemühet, daß die Fettähnliche Subſtanz, in welche todte thieriſche Körper unter gewiſſen Umſtänden verwandelt werden, von der Zerſetzung der Muskelfaſer herrühre. Es ſey nämlich dieſe Subſtanz derjenigen völlig ähnlich, die man erhält, wenn man das Fett mit Alkalien behandelt. Nach ſeiner Meinung iſt daher dieſe Zuſammenſetzung eine Wirkung des Ammoniums, welches von der Zerſetzung des Faſerſtoffs, Eyweißſtoffs u. ſ. w. herrührt, die auf das völlig gebildete Fett hervorgebracht werde.

Hiebey bemerkt aber Herr Thenard, daß man dieſer Theorie nur alsdann beytreten könne, wenn ſich zeigen laſſe, daß der reine Faſerſtoff nicht in Fett übergehe, und daß die in todten Körpern vorgefundene Menge fettähnlicher Subſtanz, nicht größer ſey, als die Menge Fett, welche ſie enthalte, liefern könnte.

M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XLIX. S. 405. ff. Thenard traité de chimie. Vol. III. p. 641.

Fall der Körper (Zuſ. zu S. 325. Th. II.). Um die Geſetze des freyen Falles der Körper recht anſchaulich zu machen, hat Herr Atwood eine andere Vorrichtung angegeben, womit man weit ſicherer operiren kann, als mit der ſchiefliegenden Fläche des Galilei, und welche ſich auf folgende Idee gründet. Es iſt um eine äußerſt bewegliche Rolle eine Schnur gelegt, an deren beyden Enden Gewichte hängen. Sind dieſe Gewichte einander gleich, ſo erhalten ſie ſich bekannter Maaßen im Gleichgewichte; befindet ſich aber an dem einen Ende der Schnur ein etwas größeres Gewicht, als am andern, ſo muß es auf dieſer Seite herabſinken, und die Bewegung deſſelben wird gleichförmig beſchleunigt ſeyn müſſen. Da man es nun hierdurch in ſeiner Gewalt hat, die herabſinkende Bewegung ſo langſam zu machen, als

man will, ſo ſieht man ſehr leicht, daß eine ſolche Vorrichtung dem Zwecke ſehr vortheilhaft entſpricht. Die Atwood'ſche Fallmaſchine, welche ſich auf dieſe Idee gründet, hat der Herr Prof. Gottf. Fiſcher *) in einer etwas abgeänderten und zweckmäßiger eingerichteten Form verfertigen laſſen. Dieſes ſehr brauchbare Werkzeug ſtellt die Fig. 49. vor.

In der Mitte eines dreyeckigen hölzernen Fußbrettes A B, welches auf zwey Ecken mit Stellſchrauben C und D, auf der dritten vordern Seite E aber bloß mit einem runden Unterſatze verſehen iſt, ſteht eine hölzerne Säule F G, 70 Zoll hoch, $2\frac{1}{3}$ Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll dick, feſt; auf deren vordere Seite ſich eine in Zolle und Zehntel getheilte Skale H F von 64 Zollen befindet, ſo daß alſo über die Skale noch 6 Zolle ohne Eintheilung überſtehen. Die Zolle werden von oben nach unten gezählet. Oben iſt dieſe Säule von der einen Seite etwas eingeſchnitten, und auf dieſer Seite des Einſchnittes iſt ein bey I durch Punkte bezeichnetes Loch ſenkrecht herabgebohrt. Bey I iſt aber noch von vorn nach hinten ein Stück Meſſing durchgelegt, ſo daß das gedachte Loch durch dieſes Stück Meſſing hindurchgeht. Dieſes Loch hat, ſo weit das Meſſing geht, Schraubengänge, worein eine Rolle feſtgeſchraubet werden kann. Dieſe Rolle iſt der weſentlichſte Theil der Maſchine, und iſt genau centrirt und von Meſſing. Sie drehet ſich um eine ſtählerne an beyden Enden zugeſpitzte Axe, deren Spitzen ſich in kegelförmigen Vertiefungen in zwey meſſingenen Ständern bewegen. Doch befindet ſich eine der beyden Vertiefungen nicht unmittelbar in dem einen Ständer, ſondern in einer durch dieſen Ständer gehenden Schraube, um die Rolle einzuſetzen, und dann ſo zu ſtellen, daß ſie weder geklemmt wird noch ſchlottert. Dieſe beyden Ständer ſind auf einem Brettchen befeſtiget, welches mit der Rolle durch ein darin befindliches Loch eben mittelſt einer Schraube auf die Säule bey I aufgeſchraubet wird. Die Rolle hat im Durchmeſſer 3 Zoll, und in der Mitte

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIV. S. 1. ff.

einen keilförmig eingeſchnittenen Schnurlauf. Das Brettchen, auf welches die Rolle beſeſtiget iſt, iſt um etwas kaum merkliches kleiner als der Durchmeſſer des Schnurlaufs, ſo daß, wenn eine Schnur mit Gewichten an beyden Enden über die Rolle geleget wird, die Schnur dicht an dem Brettchen herabgeht, doch ohne es zu berühren.

Wenn an den Enden der über die Rolle gelegten Schnur ungleiche Gewichte hangen, und das ſchwerere beweget ſich herab, ſo muß man daſſelbe auch in ſeiner Bewegung hemmen können. Zu dieſer Abſicht dient ein einarmiger Hebel von Meſſing oder Holz, welcher an das Brettchen, das die Rolle trägt, ſo befeſtiget iſt, daß die Schnur zwiſchen dem Hebel und Brettchen, ohne beyde zu berühren, hinabgehe, und durch einen ſanften Druck am Hebel ſogleich feſtgekleimmt werde. Um dies deſto ſicherer zu bewerkſtelligen, iſt an der Klemmungsſtelle ſowohl das Brettchen als der Hebel mit Leder oder feinem Tuche gefüttert.

Bey einigen Verſuchen läßt man dasjenig Gewicht, welches mitten vor der Säule hängt, und welches allezeit das ſinkende iſt, bis auf das Fußbrett A B herabſinken; bey andern hingegen ſoll es nur bis zu einer beſtimmten Tiefe ſinken. Dann ſind Unterlagen nöthig, die man an die Säule befeſtigen kann, von welchen man drey nöthig hat. Die erſte iſt eine Platte von Meſſing ſo lang und breit, als vorn die Säule breit iſt, welche an eine federharte Hülſe, die an der Säule an drey Seiten faſt anſchließt, befeſtiget worden, um ſie mittelſt jener an der Säule auf und abſchieben zu können; die zweyte iſt eben ſo wie die erſte eingerichtet, nur hat ſie in der Mitte ein rundes Loch von 2½ Zoll Durchmeſſer eingeſchnitten; die dritte iſt endlich völlig ſo wie die erſte, nur fehlt an derſelben die zum Anklemmen nöthige Feder: dieſe dritte wird nämlich nicht an der Säule befeſtiget, ſondern blos mit der Hand an ſelbige gehalten. Sie iſt beſtimmt, das Gewicht, welches ſinken ſoll, leicht und gewiß auf o der Skale zu ſtellen.

Digitized by Google

An jedem Ende der Schnur hängt eine kleine horizontale Scheibe von Meſſing, in deren Mitte ſenkrecht ein 3 bis 4 Zoll langer Draht in die Höhe ſteht, der ſich oben in ein Häkchen endiget, das in eine Schlinge der Schnur eingehängt wird. Dieſe kleinen Scheiben dienen die Gewichte zu tragen, welche aus runden Scheiben von etwa 1½ Zoll Durchmeſſer beſtehen, die an der einen Seite einen bis zum Mittelpunkte gehenden Einſchnitt haben, um ſie daduch auf jene Scheibe aufſchieben zu können.

Zur Abmeſſung der Zeit dient ein gewöhnliches Sekundenpendel, ſobald es nur ſo eingerichtet iſt, daß es hörbar ſchlägt. Hat man beym Gebrauche des Pendels keine andere Abſicht, als blos damit Fallverſuche an der Maſchine anzuſtellen, ſo kann es mit geringen Koſten eine ganz ähnliche Einrichtung, als ein gemeines Uhrpendel, das an einer Uhrfeder aufgehängt iſt, erhalten, nur wird oben am höchſten Ende der Uhrfeder eine unterwärts zugeſpitzte Axe befeſtiget, welche auf Pfannen ruhet, daß ſich das Pendel mit ſehr wenig Friction bewegt. Ein ſo eingerichteres Pendel beweget ſich, wenn es einmahl um einen Bogen von 10 bis 15 Grad aufgehoben wird, mehrere Stunden hinter einander fort. Seine Schläge laſſen ſich dadurch hörbar machen, daß man die Uhrfeder zwiſchen den Armen einer engen Gabel vibriren läßt, ſo daß es bey jedem Schwunge anſchlagen muß. Dies verkürzt zwar die Bewegung des Pendels gar ſehr; aber ſie dauert immer noch weit länger, als es je zu einem Verſuche mit der Fallmaſchine erforderlich iſt. Will man hingegen das Pendel auch zu andern Verſuchen gebrauchen, ſo muß es eine andere Einrichtung bekommen. M. ſ. den Artickel Pendel.

Um nun beym Gebrauche der Maſchine die Säule ſenkrecht zu ſtellen, ſetzt man die durchbrochene Unterlage ſo tief als möglich an dieſelbe an, legt die Schnur mit den Scheiben um die Rolle, legt gleiche Gewichte auf, und zieht das vor der Säule hangende Gewicht bis zur

Unterlage herab; dann ſchraubt man die Stellſchrauben des Fußbrettes ſo lange, bis das Gewicht gerade in dem Loche der durchbrochenen Unterlage ſchwebt. Hierauf iſt durch einen Verſuch die Größe des aufzulegenden Uebergewichts zu beſtimmen. Die Größe des Uebergewichtes hängt ab: 1. von der geſammten Maſſe, die durch ſie beweget werden ſoll; 2. von der Größe der Beſchleunigung, mit welcher die Bewegung geſchehen ſoll. Zu den Verſuchen iſt die bequemſte Beſchleunigung, wenn das Gewicht in der erſten Sekunde um 1 Zoll ſinkt, und hiernach kann das Uebergewicht, wenn das Gewicht der geſammten Maſſe bekannt iſt, die bewegt werden ſoll, gefunden werden; 3. von den vorhandenen Hinderniſſen der Bewegung, für deren Ueberwältigung noch ein beſonderes Uebergewicht angebracht werden muß. Dieſe Hinderniſſe beſtehen theils in dem Widerſtande, welchen die bewegten Gewichte und die Rolle ſelbſt von der Luft leiden, theils in der Reibung, welche die Axe der Rolle erleidet; auch iſt noch die zwar geringe Steifigkeit der Schnur und ihre Einklemmung in dem Schnurlaufe dahin zu rechnen. Am ſicherſten hiebey iſt, die Größe aller dieſer Hinderniſſe durch einen Verſuch an der Maſchine ſelbſt aufzufinden. Dieſer Verſuch muß jederzeit, ſo oft man die Maſchine brauchen will, vorläufig angeſtellet werden, weil der Unterſchied nach Umſtänden der Witterung um einige Grane veränderlich iſt.

Was den Verſuch ſelbſt betrifft, ſo beſteht er in folgendem: Nachdem die Maſchine ſenkrecht geſtellet, und das Sekundenpendel in Bewegung geſetzet iſt, bringt man das Gewicht, welches ſinken ſoll, vermittelſt der freyen Unterlage auf Null, und beſchwert es 1. mit dem Beſchleunigungsgewichte 2. mit ohngefähr ſo viel, als zur Ueberwindung der Hinderniſſe nöthig ſeyn möchte. Dann läßt man das Gewicht genau mit einem Pendelſchlage ſinken, welches durch einen ſchwachen Schlag gegen die Hemmung geſchieht. Hat nun das Uebergewicht ſeine richtige Größe, ſo muß das ſinkende Gewicht

genau mit dem achten Pendelſchlage, den erſten für Null gezählt, auf das Fußbrett aufſchlagen. Kömmt es zu früh, ſo muß man ein oder ein Paar Gran abnehmen; kommt es zu ſpät, ſo muß man zulegen. Ereignet ſich der Fall, daß es bey einem gewiſſen Gewichte zu ſpät, ſobald man aber einen Gran zulegt, zu früh kommt, ſo kann man die Axe der Rolle vermittelſt derjenigen Schraube, in welcher ſich die eine Pfanne befindet, entweder ein klein wenig ſchärfer ſpannen oder nachlaſſen, und dadurch die Friktion etwas vermehren oder vermindern. Man findet durch dieſen Verſuch ſehr ſchnell, wie groß das erforderliche Uebergewicht ſeyn muß, und ſobald die Maſchine auf dieſe Art vorbereitet iſt, können die übrigen Verſuche ſehr ſchnell und mit aller erforderlichen Genauigkeit angeſtellet werden.

Um an dieſer Maſchine beſonders das Geſetz, daß die Geſchwindigkeit, welche ein Körper am Ende einer jeden verfloſſenen Zeit durch den freyen Fall erlangt, dem Produkte aus der doppelten Fallhöhe in der erſten Zeitſekunde in die verfloſſene Zeit gleich ſey, anſchaulich zu machen, hat Atwood folgenden ſehr ſinnreichen Verſuch angegeben. Man legt das beſchleunigende Gewicht in Geſtalt eines langen Stäbchens auf. Will man z. B. zeigen, daß das Gewicht am Ende der 5ten Sekunde eine Geſchwindigkeit von 10 Zoll durch den freyen Fall erhalten habe, ſo ſtellt man den Verſuch auf dieſe Art an. Das Gewicht, welches ſinken ſoll, wird auf 0 gebracht, gehemmt, und das Beſchleunigungsgewicht aufgelegt. Bey 25 Zoll wird die durchbrochene Unterlage befeſtiget, und zwar eigentlich ſo viel über 25 Zoll, als die Höhe des ſinkenden Gewichtes austrägt, damit die Grundfläche dieſes Gewichtes in dem Augenblicke, da das aufgelegte Beſchleunigungsgewicht die durchbrochene Unterlage berührt, genau bey 25 Zoll ſey. Zehn Zoll tiefer, alſo bey 35 Zoll ſetzt man die undurchbrochene Unterlage an, und läßt das Gewicht genau mit einem Pendelſchlage ſinken, ſo wird

mit dem 5ten Pendelſchlage das Beſchleunigungsgewicht durch die durchbrochene Unterlage abgehoben, und das Gewicht ſetzt nun ſeine Bewegung gleichförmig fort, und erreicht mit dem ſechsten Pendelſchlage die undurchbrochene Unterlage.

Fantasmagorie (N. A.) iſt eine Zauberlaterne, in welcher man die Entfernung des Objektes vom convergirenden Glaſe, mithin die Größe des Bildes verändern kann. Dadurch läßt ſich die Täuſchung hervorbringen, als ob ſich ein Objekt nähere oder entferne. Dieſe Täuſchung wird noch dadurch vergrößert, wenn man auch das Licht, welches den Gegenſtand erleuchtet, verändert, ſo daß die Erleuchtung mit der Entfernung abzunehmen ſcheinet.

Farben (Zuſ. zu S. 342. Th. II.). Herr Prof. Lüdicke *) hat ſich um die Erweiterung und größere Vervollkommnung der Farbentheorie ſehr verdient gemacht. Seine neuern Verſuche und Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand verdienen daher eine möglichſt vollſtändige Anzeige.

Was die Miſchung prismatiſcher Farben betrifft, ſo kann dies auf eine doppelte Art bewirket werden. Man läßt nämlich entweder Farbenbilder, die durch mehrere Farbenbilder erhalten worden, über einander fallen; oder man vermiſcht mit einander durch geſchwinde Bewegung die Lichtſtrahlen, die von verſchiedenen Pigmenten zurückgeworfen werden. Herr Lüdicke hat eine große Reihe von Verſuchen über beyde Arten der Miſchungen angeſtellet, und ſie mit den des Herrn Prof. Wünſch verglichen. Es ergab ſich, daß des Herrn Lüdicke's Verſuche mit den des Herrn Wünſch ſehr nahe zuſammentrafen. Dieſen ſeinen Verſuchen zu Folge fand ſich Herr Lüdicke in den Stand geſetzt, die Grenze anzugeben, wo die vermiſchten Farben anfangen, nicht mehr die mittleren Farben darzuſtellen. Hierbey benennet er der Kürze wegen die aus der Miſchung entſtandene neue

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIV. S. 1. ff.

Farbe den Effect, um ſie von den hierzu angewendeten Farben mit einem Worte zu unterſcheiden. Um die folgenden Reſultate deſto ſicherer zu verſtehen, ſ. m. zuvor den Artickel: Farbenbild Th. VI. S. 417.

Das erſte Reſultat war: der Effect mehrerer angrenzenden Farben, wenn ſie nach ſeiner Eintheilung des Farbenbildes die Zahl 7 nicht überſtiegen, iſt die in ihrer Mitte liegende Farbe.

Das zweyte Reſultat iſt: zwey getrennte Farben, welche nicht über die ſiebente Farbe hinausgehen, oder zwiſchen welchen ſich höchſtens fünf Farben befinden, ſtellen vermiſcht eine Farbe dar, welche etwas außer dem Mittel gegen die rothe Seite fällt. Hier iſt zugleich bemerkenswerth, daß die erſte und ſechste Farbe ihren Effekt lichter und die erſte und ſiebente Farbe den Effect ſehr lichte darſtellen, ſo daß er ſich in einigen Fällen den weißen nähert.

Das dritte Reſultat iſt: die Effecte zuſammengeſetzter Farben, welche die Zahl 7 überſteigen, weichen vom Mittel bald nach Violet, bald nach Roth ab, ſo wie ſie mehr oder weniger Farben von der einen oder von der andern Seite enthalten, und erſcheinen deſto lichter, je größer die Anzahl der Farben iſt, bis endlich alle zwölf Farben weiß geben.

Das vierte Reſultat iſt: wenn man ſich die Farbenreihe ſo fortgeſetzt denkt, daß unter Dunkelroth die beyden Violet, Indigo, Blau, Hellblau u. ſ. f. folgen, und daß man von den unten hinzugefügten Farben, an der Stelle der oberſten gegebenen Farbe die gleiche Farbe annimmt: ſo ſind die Effecte zwey getrennter Farben, welche im prismatiſchen Farbenbilde die Zahl 7 überſteigen, die aber bey dieſer Verſetzung höchſtens bis auf die fünfte Farbe von einander abſtehen, die Mittel dieſer Farben an dieſer Stelle.

Die meiſten dieſer Reſultate beſtätigen die Annahme eines unveränderlichen Geſetzes, nach welchem ſich die Miſchungen der prismatiſchen Farben richten müſſen.

Digitized by Google

Daß das prismatiſche Farbenbild oft getheilt erſcheinet, iſt aus den bekannten Erſcheinungen der farbigen Ränder, deutlich die man ſieht, wenn man weiße Streifen, welche auf ſchwarzem Grunde liegen, oder ſchwarze Streiſen auf weißem Grunde durch ein Prisma betrachtet, und welche beſonders der Herr v. Goethe am vollſtändigſten beſchrieben hat. Die Erklärung dieſer Erſcheinungen gründet ſich auf den Verſuch, wo das Prisma mittelſt des Sonnenlichtes eben dieſelben Farbenſtreifen auf einem weißen Papiere darſtellet, wenn nämlich die Oeffnung, durch welche das Sonnenlicht fällt, beynahe ſo groß, als die Breite des Prisma, und das Papier vom Prisma nicht weit entfernt iſt. Herr **Lüdicke** hat dieſen Verſuch, mit mehreren Veränderungen oftmahls wiederhohlt, und gefunden, daß ſich daraus einige wichtige Folgen für die Theorie des Lichtes ziehen laſſen.

1. Es ſey abc (Fig. 50.) ein Prisma, durch welches das Sonnenlicht auf einen verdunkelten Ort in einem Zimmer durch die Oeffnung ff fällt, die beynahe ſo breit als das Prisma iſt: und lm ſey ein weißes Papier, von welchem das zerſtreuete Licht bey dieſer Stellung des Prisma ſo aufgefangen wird, daß gh die Farbenſtrahlen von Violet bis Lichtblau, und ik die von Paille bis Dünkelroth enthält. An dieſem Orte befindet ſich alſo das Papier lm ſo nahe bey dem Prisma, daß die gefärbten Strahlen in h und i einander nicht erreichen, und daß daher der Raum hi weiß erſcheinet. Von dieſem Raume ſagen **Newton** und alle ſeine Nachfolger: er werde von allen Gattungen Strahlen erleuchtet, die gegen einander in dem Verhältniſſe ſind, wie ſie aus dem Prisma heraustreten: und daher müſſe er weiß erſcheinen. Allein dieſer Grund befriediget Herrn **Lüdicke** nicht; denn das Licht, welches innerhalb der Strahlen df und ef auf die Fläche des Prisma fällt, es mag einfach oder gemiſcht ſeyn, muß nach **Newton's** Theorie eine oder mehrere Farben auf der Fläche hi darſtellen, und die hier unerwartet aufgenommenen Verhältniſſe können eine Aus-

nahme hiervon nicht rechtfertigen. Nimmt man nämlich daſelbſt ein einfaches Licht an, ſo müßte es, da die Brechung daſſelbe nicht verändern ſoll, auf der Fläche h i in ſeiner Farbe heller oder ſchwächer erſcheinen. Setzte man dagegen, das daſelbſt befindliche Licht ſey ein gemiſchtes, ſo müßte es, weil es aus mehr oder weniger brechbaren Strahlen beſteht, die Fläche ganz mit Farben überziehen. Da nun dies nicht geſchiehet, und jener Raum weiß erſcheinet, ſo kann man weiter nichts ſchließen, als: daß das Licht innerhalb der beyden Strahlen d f und e f in Hinſicht auf Farben ganz unwirkſam für das Prisma, aber ſo beſchaffen iſt, daß es von dem Prisma nicht zerſtreuet werden kann.

2. Wenn man bey derſelben Stellung des Prisma und des Papiers in der Oeffnung ff eine ſehr ſchmale horizontale Leiſte p anbringt, ſo wird man auf dem Papiere in dem weißen Raume h i wieder zwey Farbenſtreifen, q und s, bemerken, von welchen die obere q, die rothen und gelben, die untere s, die violetten und blauen Strahlen enthält. Hieraus erhellet, daß ſich dennoch innerhalb des Raumes zwiſchen d f und e f ein Licht befindet, welches Farben hervorbringen kann.

Aus dieſen beyden Verſuchen folgert Herr **Lüdicke**, daß daſſelbe Licht, welches beym erſten Verſuche, indem es an dem obern und untern Rande der Oeffnung ff vorbey geht, ein Paar Farbenſtreifen hervorbringt, auf dem Raume h i keine Farbe darſtellet, wenn es innerhalb der Oeffnung ungehindert durchgegangen iſt. Daſſelbe Licht, welches bey dieſem ungehinderten Durchgange keine Farbe erzeugte, ſtellt, dem zweyten Verſuche zu Folge, wiederum ein Paar Farbenſtreifen dar, wenn es bey ein Paar Rändern der Oeffnung vorbeygeht. Hieraus folgt alſo unläugbar, daß nur diejenigen Lichtſtrahlen mittelſt des Prisma Farben erzeugen können, welche bey den Rändern einer Oeffnung vorbey gegangen ſind. Was hierdurch nunmehr hinreichend bewieſen iſt, ſchloß auch ſchon **Marat** aus einem Verſuche, indem er ſagt:

daß die Farben eines Linſenglaſes von der Faſſung deſſelben herrühren, könne man ſehen, wenn man an die Faſſung einen kleinen Körper klebe.

3. Wenn man das Sonnenlicht, ohne es mittelſt einer Oeffnung einzuſchränken, durch ein Prisma fallen läßt, ſo ſieht man auf einem nahe gehaltenen Papiere, das man durch einen Vorſetzer verdunkelt hat, dieſelben farbigen Streifen; ſie ſind jetzt aber weiter von einander entfernt, als bey einer Oeffnung, welche ſchmäler, als die Seite des Prisma iſt. Hieraus ſieht man, daß die beyden Kanten des Prisma eben daſſelbe leiſten, was die gegenüberſtehenden Ränder der Oeffnung gethan hatten.

Dieſe Verſuche leiden bekannter Maaßen noch eine Abänderung, daß nämlich der brechende Winkel des Prisma nach oben gerichtet werden kann. Es ſind daher zwey Fälle zu unterſcheiden. In dem erſten Falle, wo der brechende Winkel nach unten gerichtet war, beſtand die obere Farbenleiſte nach Lüdicke's Farbentafel, aus röthlich Violett, Violett, Indigo, Blau und Hellblau und die untere aus Paille, Gelb, Orange, Hellroth und Dunkelroth. In dem zweyten Falle aber, wenn der brechende Winkel nach oben gerichtet iſt, enthält die obere Farbenleiſte die rothen und gelben und die untere die blauen und violetten Farben. Da nun aus, der Richtung, welche die Lichtſtrahlen in beyden Fällen haben, ſehr deutlich erhellet, daß kein Durchkreuzen der Lichtſtrahlen vorgegangen iſt, ſo folgt hieraus; daß der bey dem oberſten Rande vorbeygegangene Lichtſtrahl, welcher im erſten Falle die violetten und blauen Streifen darſtellte, in dem zweyten Falle die gelben und rothen hervorgebracht hat; und daß der bey dem untern Rande vorbey gegangene Strahl im erſten Falle die rothen und gelben, und im zweyten Falle die blauen und violetten Farben erzeugt; daß alſo die Verſchiedenheit der Farben nicht von der Lage der Ränder, bey welchen ſie vorbey gehen, ſondern von der ungleichen

Dicke des Prisma abhangen muß. Das Vorbeygehen des Lichtes an den Rändern kann alſo daſſelbe blos fähig gemacht haben, bey ſeinem Durchgange durch den dickern Theil des Prisma die violetten und blauen, und bey ſeinem Durchgange durch deſſen dünnern Theil die gelben und rothen Farben darzuſtellen.

Da nun alle dieſe Erſcheinungen mit den bekannten Phänomenen, welche von der Beugung des Lichtes abhangen, ganz vollkommen übereinſtimmend ſind, ſo muß man annehmen, daß dieſe von der Beugung entſtandene Ausbreitung nöthig iſt, damit das Licht des gebeugten Strahls in verſchiedenen Punkten auf das Prisma falle, bey dieſem Auffallen verſchiedene Einfallswinkel habe, und vermöge dieſer und der Geſtalt des Prisma verſchiedentlich gebrochen, und nach Beſchaffenheit der Glasart, zerſtreuet werde. Es ſcheint alſo hieraus erwieſen zu ſeyn, daß die beyden mittelſt des Prisma entſtandenen Farbenſtreifen ſo wohl, als das ganze prismatiſche Farbenbild, von zwey Hauptſtrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben.

Herr Lüdicke hat nach der Zeit dieſe Verſuche mit ſeinem Chromaſkop wiederholt, und gefunden, daß ſie mittelſt des Prisma jederzeit einen mit Farbenſtreifen auf zwey Seiten begränzten weißen Lichtraum darſtellen, wenn die Oeffnung groß, und die Auffangfläche nahe iſt *). Es ließ ſich alſo daraus mit Sicherheit ſchließen, daß dieſer innere Raum deßhalb weiß bleibt, weil das Sonnenlicht an dieſem Orte ohne Beugung auf das Prisma fällt, und aus der ungleichen Dicke des Prisma, durch welches hier das ungebeugte Licht gehen muß, läßt ſich vermuthen, daß dieſes weiße Licht von anderm weißen Lichte verſchieden ſeyn muß. Folgende Verſuche dienten ihm zum Beweiſe dieſer Vermuthung.

1. Er wählte den kleinſten Winkel ſeines Prisma, nämlich den von 42° 15′ zum brechenden Winkel, und

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXV. S. 145. ff.

Digitized by Google

bedeckte die vordere Fläche deſſelben mit einem dünnen Kartenblatte, welches eine rechteckige Oeffnung von 1,4 Zoll Länge und 0,6 Zoll Breite hatte. Die Entfernung der Auffangfläche von der Axe des Prisma betrug 24¼ Zoll, und das Chromaſkop war ſo geſtellt, daß die mittlern ausfahrenden Strahlen ſenkrecht auffielen. So betrug die ganze Länge des Bildes 1,7 Zoll; die beyden Farbenſtreifen waren zuſammen 0,8 Zoll breit, und der innere weiß gebliebene Raum war 0,9 Zoll lang und 0,78 Zoll breit. Bey dieſer Einrichtuug und unverrückten Stellung ſchob er hinter dem Prisma, in 1,6 Zoll Entfernung von deſſen Axe, eine weiße mit einem Maasſtabe verſehene Tafel, und fand hier die Länge des Bildes 1,2 Zoll, die Breite der beyden Farbenſtreifen 0,04 Zoll, ſo alſo, daß hier ein Rechteck voll weißen glänzenden Lichtes erſchien, welches 1,16 Zoll lang, und über 0,6 Zoll breit war.

2. An die Stelle der zuletzt eingeſchobenen Tafel brachte er verſchiedene Blendungen mit rechteckigen Oeffnungen, eine nach der andern ſo an, daß die Oeffnung jedesmal genau in die Mitte des erleuchteten Rechteckes fiel, und beobachtete die Bilder, welche ſie auf der 24¼ Zoll entfernten Auffangfläche darſtellten. Die Breite der Oeffnungen war durchgängig 0,1 Zoll, aber die Länge oder Höhe derſelben waren verſchieden und gaben folgende Bilder. Die Oeffnung, deren perpendikuläre Seite 0,05 Zoll hielt, ſtellte ein vollkommen deutliches und glänzendes 0,4 Zoll langes Farbenbild in der bekannten Ordnung der Farben dar, das zugleich innerhalb Grün enthielt. Eine 0,25 Zoll lange Oeffnung gab ein ſchönes 0,75 Zoll langes Farbenbild, jedoch ohne Grün. Eine 0,3 Zoll lange Oeffnung gab ein Bild, welches 0,8 Zoll lang war, und wo ſich innerhalb ſchon etwas Weiß oder vielmehr etwas röthlich Weiß zeigte, welches jedoch die Stelle von Paille einzunehmen ſchien. Aus dieſem Verſuche erhellet, daß das weiße prismatiſche Licht, wenn es gebeuget wird, eben dieſelben glänzenden Farben in der

nämlichen Ordnung darſtellt, als wenn gebeugtes Licht auf ein Prisma gefallen iſt.

3. Da ſich nun Herr Lüdicke überzeugt hatte, daß die Beugung, ſie mag vor dem Einfalle des Lichtes in das Prisma oder nach dem Ausfalle deſſelben vorgehen, zur Entſtehung des Farbenbildes eine nothwendige Bedingung iſt, ſo glaubte er hierdurch erfahren zu können, ob es Körper gebe, welche das Licht weniger als andere beugen. Er verfertigte ſich daher eine Menge Blendungen, bey welchen der obere und untere Rand der rechteckigen Oeffnungen aus angelaufenen Stahlfedern, Stanniol, trockener Rindsblaſe, weißem Wachs, Knochen, Kreide, Korkholz, Kohle, Reißbley und Sohlenleder beſtand. Die Körper, vom Wachs an gerechnet, welche nicht dünn genug geſchnitten werden konnten, waren hinlänglich fein abgeſchärft, damit das Licht durchgängig bey einer ein wenig ſtumpfen oder abgerundeten Kante, wie bey der Stahlfeder, vorbey gehen mußte. Die Länge aller Oeffnungen war 0,3 und die Breite 0,1 Zoll. Als er dieſe Blendungen, eine nach der andern, wie bey dem zweyten Verſuche anbrachte, fand er die Bilder von derſelben Größe und Beſchaffenheit, wie bey dem vorigen Verſuche; auch der weiße Streif ſchien bey keiner Blendung breiter oder deutlicher zu ſeyn, woraus er auf eine geringere Beugung hätte ſchließen können.

4. Ob er nun wohl vorausſehen konnte, daß jedes andere Licht mit Hülfe der Beugung dergleichen deutliche und glänzende Farben hervorzubringen nicht vermögend ſey, ſo ſtellte er doch zu beſſerer Vergleichung noch folgende Verſuche an: Er behielt dieſelben Oeffnungen, wie beym zweyten Verſuche; die vordere war 1,4 und die innere 0,3 Zoll lang; aber das Prisma wurde herausgenommen. Nun erſchien auf der Auffangfläche ein 0,5 Zoll langer, oben und unten abgerundeter weißer Raum, der gar nichts von Farben zeigte. Er brachte nun an die Stelle der vordern 1,4 Zoll langen Oeffnung eine Oeffnung, welche nur 0,05 Zoll lang und breit war, und ließ

dieſen Lichtſtrahl bey dem obern Rande der 0,3 Zoll langen in Stanniol geſchnittenen Oeffnung vorbeygehen. Das Licht war 0,25 Zoll lang und ohne alle Farbe.

5. Er ſetzte ein gläſernes, 0,55 Zoll dickes Parallelepipedum in ein hölzernes Prisma, welches die Geſtalt und Größe des gläſernen hatte, ſo ein, daß deſſen äußere Fläche dieſelbe Stelle, wie beym gläſernen Prisma einnahm, und bedeckte dieſe Fläche mit einer 0,8 Zoll langen und 0,6 Zoll breiten Oeffnung. Auf der eingeſchobenen Tafel war der Lichtraum hinlänglich groß, um die Oeffnung von 0,3 Zoll Länge, und 0,1 Zoll Breite zu bedecken. Der Lichtraum, welchen die 0,3 Zoll lange Oeffnung auf der Auffangfläche darſtellte, war bey dem Einfallswinkel von $48\frac{1}{4}$ Grad 0,5 Zoll, und bey dem Einfallswinkel von $63\frac{1}{4}$ Grad $0{,}4\frac{1}{4}$ Zoll lang, in beyden Fällen aber ganz weiß und ohne alle Farbe.

Ob nun gleich in dieſen beyden Verſuchen eine Beugung von 0,1 Zoll auf jeder Seite ſtatt gefunden hatte, ſo war dennoch keine Farbe ſichtbar. Es erhellet alſo hieraus, daß das weiße prismatiſche Licht von ganz anderer Natur iſt, als freyes oder gebrochenes Licht.

Ueber die Miſchung der prismatiſchen Farben hatte ſich beſonders in den neuern Zeiten Herr **Voigt** bemühet, eine Theorie aus ſeinen Verſuchen zu entwerfen, welche im weſentlichſten S. 364. Th. II. von mir iſt angeführet worden. Gegen dieſe Theorie dürften nach Herrn **Lüdicke** folgende Zweifel ſich erheben laſſen. Zuerſt enthält ſie willkührlich angenommene und nicht erwieſene Vorausſetzungen, und dann iſt noch nicht hinlänglich erwieſen, vielmehr ſehr zu bezweifeln, daß 3 oder 4 Farben ein ſo vollkommen reines Weiß, als alle Regenbogenfarben vereinigt hervorbringen; und endlich iſt der Lichtſtoff bey der Berechnung ganz übergangen, und bey allen Farben gleich geſetzet worden, welches der Erfahrung zuwider iſt, nach welcher das zurückſtrahlende Licht bey Gelb und Roth am größten und bey Violett am kleinſten ſeyn muß, aber nicht mit den Ver-

hältniſſen übereinſtimmen kann, welche für die Quantitäten des zurückſtrahlenden Wärmeſtoffs angegeben ſind.

Herr Lüdicke hat daher eine neue Theorie der Farbenmiſchungen verſuchet, die ſich lediglich auf ſeine vielfältig angeſtellten Erfahrungen gründet, und daher allerdings einer Aufmerkſamkeit verdienet. Es iſt ihm höchſt wahrſcheinlich, daß die Effecte, welche die Farben oder deren Miſchungen dem Auge darbieten, der im prismatiſchen Farbenbilde nahe liegenden Farben mit wenig von einander verſchiedenen Größen, und die der entferntern Farben mit mehr von einander abweichenden Größen ausgedruckt werden, und daß alſo die Zahlen, welche die einzelnen Effekte aller 12 von Lüdicke feſtgeſetzten Farben bezeichnen ſollen, eine Zahlenreihe bilden müſſen. Die bequemſte und dieſer Abſicht angemeſſenſte ſchien ihm die der harmoniſchen Progreſſion, oder die für die Breiten der Farben angegebene Zahlenreihe zu ſeyn; wobey jedoch zu unterſuchen war, ob ſich dieſe Effekte wie die Breite ſelbſt, oder wie ihre Quadrat- oder Cubikzahlen, oder wie ihre Quadrat- oder Cubikwurzeln, oder umgekehrt wie dieſe Ausdrücke verhalten. Nach vielen zum Theil ſehr weitläuftigen Verſuchen fand er endlich, daß die Zahlenreihe für die Breiten, oder für die umgewendeten Breiten, oder überhaupt die Reihen, deren Exponent ε^{-1} oder ε iſt, ganz allein brauchbar waren. Bey dieſen Unterſuchungen hatte er in allgemeinen Ausdrücken zwey Reihen zum Grunde gelegt, deren Glieder als Elemente der ihnen zugehörigen Farben gelten ſollten, nachdem er gefunden hatte, daß eine einzige Reihe nicht durchgängig die gewünſchte Uebereinſtimmung mit den ſichern Verſuchen darbot. Die Glieder der einen Reihe waren die unbekannten Größen, welche bey Unterlegung der zu unterſuchenden Formel aus den Verſuchen gefunden werden mußten; die Glieder der andern Reihe wurden dagegen durch Hülfe der Effectenreihe hinlänglich beſtimmt, ſobald jene gefunden waren.

Digitized by Google

Bey dem Verſuche, ein mit allen Verſuchen übereinſtimmendes allgemeines Geſetz aufzufinden, fand er, daß alle diejenigen Ausdrücke, welche mit den Verſuchen zuſammenſtimmten, eine Theilung des Farbenbildes vorausſetzten, welche mit der Entſtehung dieſes Bildes aus zwey Hauptſtrahlen ſehr wohl übereinſtimmt. Dies allgemeine Geſetz iſt folgendes:

Die Effecte einzelner Farben ſind den Produkten der zugehörigen Glieder der beyden Elementarreihen gleich; und der Effect mehrerer Farben iſt das Produkt aus dem geometriſchen Mittel der zugehörigen Glieder der einen, in das arithmetiſche Mittel der zugehörigen Glieder der andern Reihe; wobey jedoch die Theilung des Bildes in Betrachtung gezogen werden muß.

Die Glieder der aufgefundenen Elementarreihe hängen von ihrer Entfernung von dem Punkte ab, wo die Theilung des Bildes angeht und werden von da an um die Cubikwurzel aus ε kleiner. Die Reihen ſind alſo folgende:

A	B	C	D
1	$\varepsilon^{4\frac{2}{3}}$	ε^{10}	$\varepsilon^{5\frac{1}{3}}$
ε	ε^{5}	ε^{11}	ε^{6}
ε^{2}	$\varepsilon^{5\frac{1}{3}}$	ε^{12}	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$
ε^{3}	$\varepsilon^{5\frac{2}{3}}$	ε^{13}	$\varepsilon^{7\frac{1}{3}}$
ε^{4}	ε^{6}	ε^{14}	ε^{8}
ε^{5}	$\varepsilon^{6\frac{1}{3}}$	ε^{15}	$\varepsilon^{8\frac{2}{3}}$
ε^{6}	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$	ε^{16}	$\varepsilon^{9\frac{1}{3}}$
ε^{7}	ε^{7}	ε^{17}	ε^{10}
ε^{8}	$\varepsilon^{6\frac{2}{3}}$	ε^{18}	$\varepsilon^{11\frac{1}{3}}$
ε^{9}	$\varepsilon^{6\frac{1}{3}}$	ε^{19}	$\varepsilon^{12\frac{2}{3}}$
ε^{10}	ε^{6}	ε^{20}	ε^{14}
ε^{11}	$\varepsilon^{5\frac{2}{3}}$	ε^{21}	$\varepsilon^{15\frac{1}{3}}$

Die Reihe A iſt die harmoniſche Progreſſion, wenn $\varepsilon^{12} = 2$ geſetzet wird. Von dem Gliede ε^{7} an nehmen alle Glieder der Reihe B um den Exponenten $\varepsilon^{\frac{1}{3}}$ ab

und geben ſo die erſte Elementarreihe. Die Reihe C iſt die Reihe für die Effecte oder die der umgewendeten Breiten, deren Glieder, mit den Gliedern der Reihe B dividirt, die Reihe D oder die zweyte Elementarreihe geben.

Die beyden Elementarreihen nebſt den Logarithmen der erſten Reihe und der Reihe für die Effecte ſind, in Zahlen ausgedrückt, folgende:

Erſte Elementarreihe	Logarithmen derſelben	Zweyte Elementarreihe	Strahlen	Effecte und Farben	
n = 1,3093	0,1170671	a = 1,3608		a = 1,781	röthlich Violett
p = 1,3348	0,1254291	b = 1,4142		b = 1,887	Violett
q = 1,3608	0,1337910	c = 1,4697		c = 2,000	Indigo
r = 1,3872	0,1421529	d = 1,5274		d = 2,118	Blau
s = 1,4142	0,1505150	e = 1,5874	I	e = 2,244	hellbl. od. bläul. Weiß
t = 1,4417	0,1588768	f = 1,6497		f = 2,370	bläul. Grün
u = 1,4697	0,1672388	g = 1,7144		g = 2,529	gelbl. Grün
v = 1,4983	0,1756008	h = 1,7818		h = 2,669	Paille od. gelbl. Weiß
w = 1,4697	0,1672388	i = 1,9244	I	i = 2,828	Gelb
x = 1,4417	0,1588768	k = 2,0785		k = 2,996	Orange
y = 1,4142	0,1505150	l = 2,2449		l = 3,174	lichte Roth
z = 1,3872	0,1421529	m = 2,4246		m = 3,363	Dunkelroth
				3,563	lichte Viol. od. Roſa
				3,775	lichte Viol. od. Roſa
				4,000	lichte röthl. Blau
				4,237	lichte Blau
				4,489	ſehr nahe Weiß
				4,756	grünl. Weiß
				5,039	gelbl. Weiß
				5,139	Weiß vollkommen
				5,339	gelblich Weiß
				5,656	ſehr lichte Gelb

Die Logarithmen zu den Gliedern der erſten Reihe ſind dieſerwegen beygefügt, um die geometriſchen Mittel leicht zu beſtimmen. Die in der Reihe der Effecte hinzugefügten Glieder ſind die Effecte aller obigen obwohl viele lichtern Farben und enthalten zugleich das vollkommene Weiß. In der Columne mit der Ueberſchrift: Strahlen, ſind die beyden das Farbenbild hervorbringenden Haupt-

ſtrahlen, jeder mit 1 bemerkt, welche alsdenn, wenn ſie vereiniget wirken, in der Formel ausgedruckt werden müſſen.

Dieſe beyden auf das Prisma fallenden Hauptſtrahlen wirken nämlich

1. entweder jeder für ſich abgeſondert. In dieſem Falle kann ein Strahl bis auf die fünfte, und wenn die beyden Grün hinzukommen, bis auf die ſiebente Farbe wirken. So iſt der Effect

für $adg = \frac{1}{3}(a+d+g)\sqrt[3]{(nru)}$

für $abcdefg = \frac{1}{7}(a+b+c+d+e+f+g)\sqrt[3]{(npqrstu)}$

für $hiklm = \frac{1}{5}(h+i+k+l+m)\sqrt[3]{(vwxyz)}$

und der Effect aller Farben beſteht aus der Summe der beyden letzten Ausdrücke. Es wirkt jedoch auch nur ein Strahl, wenn das Mittel einiger Farben von dem Mittel anderer Farben innerhalb der ſiebenten Farbe liegt, jedoch unter der Vorausſetzung, daß die ſämmtliche Anzahl der Farben nicht mehr als 7 iſt.

2. oder die beyden Hauptſtrahlen wirken vereinigt. Alsdenn können in einem Ausdrucke ebenfalls nicht mehr als 7 Farben begriffen ſeyn, und der Ausdruck muß wegen der beyden Strahlen mit 2 dividiret werden. So iſt der Effect

für $adi = \frac{1}{2} w \sqrt{(nr)}.(\frac{1}{2}(a+d)+i)$ und

für $abklm = \frac{1}{2}\sqrt{(np)}.\sqrt[3]{(xyz)}.[\frac{1}{2}(a+b) + \frac{1}{3}(k+l+m)]$.

Dieſe Formeln, mit deren Hülfe von Herr Lüdicke alle von ihm angeſtellte Verſuche ſind berechnet worden, ſtimmen mit dieſen ſo genau zuſammen, als man es nur bey einem ſo ſchwierigen Gegenſtande erwarten kann.

Zuletzt hat Herr Lüdicke auch noch das Verhältniß des Lichtes und der Wärme bey den Farben zu beſtimmen geſucht. Er nimmt dabey vorzüglich Rückſicht auf Herſchel's Verſuche, die er über die wärmende Kraft

Digitized by Google

der farbigen Strahlen angeſtellet hat, und im 5ten Theile dieſes Wörterbuchs S. 353 angeführet ſind, und findet ſie mit ſeiner Theorie übereinſtimmend. Das von ihm aufgefundene Geſetz in Hinſicht der beyden Stoffe, Wärme und Licht, bey den Farben iſt folgendes:

Der Effect jeder einzelnen Farbe beſteht aus dem freyen Lichte und dem Produkte des freyen Lichtes in die freye Wärme.

Der Effekt ſolcher Farben, **welche nicht über die ſiebente Farbe hinausgehen, oder ſo weit dieſelben auf einen Hauptſtrahl gerechnet werden können, iſt aus dem geometriſchen Mittel alles freyen Lichtes und dem Produkte des geometriſchen Mittels alles freyen Lichtes in das arithmetiſche Mittel aller freyen Wärme der gegebenen Farben zuſammengeſetzet.**

Ich bemerke hier nur noch, daß bereits durch **John Leslie** die Verſuche Herſchel's (m. ſ. den Art. **Wärme** B. VI. S. 734) zweifelhaft gemacht worden, und nachher durch **Boeckmann** noch weit zweifelhafter geworden ſind. M. ſ. Art. **Wärme.**

Herr **Thom. Young** *) hatte über die Farbenſtreifen, mit welchen Schatten verſehen ſind, mehrere Verſuche angeſtellet, aus welchen er das allgemeine Geſetz, **daß die Farbenſtreifen durch Vermiſchung zweyer Lichtbündel hervorgebracht werden**, zu ſchließen ſich berechtiget glaubet. Er bedeckte nämlich eine kleine Oeffnung in einem Fenſterladen mit einem Stücke ſtarken Papiers, welches mit einer feinen Nadel durchbohrt war. Zum bequemern Beobachten brachte er noch einen kleinen Spiegel außerhalb am Fenſterladen in einer ſolchen Lage an, daß er das Sonnenlicht beynahe horizontal auf die entgegengeſetzte Wand warf, und einen Kegel divergirenden Lichtes über eine Tafel führte, auf welcher ſich verſchiedene kleine Schirme von Kartenpappe befan-

---

*) Philos. Transact. for 1804. P. II. p. 378 ſqq. überſ. vom Prof. Lüdicke in Gilbert's Annalen der Phyſik, B. XXXIX. S. 262 ff.

Digitized by Google

ten. In den Sonnenſtrahl brachte er einen Streifen von Karte, der $\frac{1}{30}$ Zoll breit war, und beobachtete den Schatten deſſelben entwedrr an der Wand, oder an andern in verſchiedenen Entfernungen gehaltenen Karten. Es erſchienen nicht allein Farbenſäume an jeder Seite des Schattens, ſondern auch der Schatten ſelbſt wurde durch ähnliche parallele Streifen von geringerer Breite getheilet, deren Menge von der Entfernung abhing, in welcher der Schatten beobachtet wurde, doch blieb die Mitte des Schattens allezeit Weiß. Dieſe Streifen ſind nach Herrn Young die gemeinſchaftlichen Effecte der Lichtbündel, welche auf jeder Seite des Kartenſtreiſens in den Schatten inflectirt, oder vielmehr diffrangirt worden. Denn wenn man einen kleinen Schirm wenige Zolle von dem Kartenſtreifen ſo ſtellt, daß er eine der Gränzen des Schattens an ſeinem Rande auffängt, ſo verſchwinden ſogleich alle Streifen, welche man vorher in dem Schatten an der Wand bemerkte, obgleich das auf der andern Seite gebeugte Licht in ſeinem Fortgange nicht aufgehalten wird, und obgleich dieſes Licht jede Veränderung erleiden muß, welche die Nähe des andern Randes des Kartenſtreifen zu veranlaſſen vermögend war. Rückt man den dazwiſchen geſtellten Schirm von dem ſchmalen Kartenſtreifen weiter ab, ſo muß er natürlich tiefer in den Schatten eindringen, um die Parallelſtreifen zu vertilgen; denn an dieſen Stellen iſt das Licht, welches von dem Rande des Objekts diffrangirt wird, weiter in den Schatten nach den Säumen zu eingedrungen. Dies geſchieht alſo nicht ſowol aus Mangel an einer hinreichenden Dichtigkeit des Lichtes, als, weil einer der beyden Lichtbündel unvermögend iſt, dieſe Streifen allein hervorzubringen: denn, wenn die beyden Lichtbündel nicht unterbrochen werden, ſo erſcheinen die farbigen Linien, ſelbſt wenn die Dichtigkeit des Lichtes auf den zehnten oder zwanzigſten Theil vermindert worden iſt.

Die büſchelförmigen Streifen, welche vorzüglich Grimaldi beſchrieben hat, geben zu einer ſchönen Abände-

Digitized by Google

rung des vorhergehenden Verſuchs Veranlaſſung, und zu einem trefflichen Beyſpiel einer ſich darauf gründenden Rechnung. Wird der Schatten von einem rechtwinklicht gebogenen Gegenſtande gebildet, ſo zeigen ſich, außer den gewöhnlichen äußern Streifen, zwey oder drey Säume abwechſelnder Farben, welche von der Linie, die den Winkel halbiret, ihren Anfang nehmen, und ſich auf jeder Seite derſelben in krummen Linien ausbreiten, die die convexe Seite gegen dieſe Theilungslinie kehren, und deren Neigung gegen dieſelbe deſto größer wird, je weiter ſie ſich von dem Scheitel des ausgehenden Winkels entfernen. Dieſe Säume ſind ebenfalls der gemeinſchaftliche Effect des Lichtes, welches von jedem der beyden Ränder des Objektes in den Schatten gebeugt wird; denn, wenn ein Schirm nur wenige Zolle von dem Objekte ſo geſtellet wird, daß er blos den Schatten des einen Randes auffängt, ſo verſchwinden alle Streifen. Wenn dagegen die rechtwinklichte Ecke des Schirmes in die Spitze des Schattens ſo geſtellet wird, daß ſie blos das Aeußerſte vom Winkel des Schattens auffängt, ſo bleiben die Streifen ungeſtört.

Um die Maaße der Streifen unter verſchiedenen Umſtänden zu unterſuchen, muß man die Differenzen der Längen der von denjenigen Lichtbündeln beſchriebenen Bahnen berechnen, welche an Erzeugung der Streifen Theil haben. Hierbey findet ſich nun, daß das Licht allezeit weiß bleibet, wenn die Längen beyder Bahnen gleich ſind; daß aber, wenn entweder das hellſte Licht oder das Licht irgend einer gegebenen Farbe ein- zwey- dreymal verſchwindet, und wiedererſcheinet, die Differenzen der Längen der Bahnen der beyden Lichtbündel ſich in einer arithmetiſchen Progreſſion befinden, ſo nahe als das von Verſuchen dieſer Art ſich erwarten läßt. Seinen Verſuchen zu Folge glaubte er ſchließen zu dürfen, daß der Zwiſchenraum, welcher dem Verſchwinden des hellſten Lichtes zukommt, entweder völlig oder ſehr nahe beſtändig ſey.

Herr Lüdicke bemerket hierbey, der von Herrn Young bewieſene Satz: daß die Farbenſtreifen durch Vermiſchung zweyer Lichtbündel hervorgebracht werden, ſtimme mit dem von ihm bewieſenen ſehr nahe überein: daß nämlich die Farbenſtreifen und das ganze prismatiſche Farbenbild von zwey Lichtſtrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben, und verſchaffe dieſem Satze noch mehr Allgemeinheit. Es wäre daher der allgemeine Satz: Alle Farbenſtreifen, ſie mögen nach der erſten oder zweyten Belegung entſtanden ſeyn, ſind von zwey Lichtbündeln hervorgebracht.

Uebrigens führet Herr Lüdicke noch an, daß die Sätze des Herrn Young von der Vermiſchung zweyer Lichtbündel und von den Differenzen der Längen der Bahnen in einer Allgemeinheit erſcheinen, welche ſie nicht haben können. Die Verſuche, worauf ſich dieſe Sätze gründeten, ſeyn durchgängig mit ſolchem Lichte angeſtellet worden, das durch kleine Oeffnungen gegangen, das alſo ſchon eine Beugung erlitten habe, und dieſe Lichtbündel, von den Rändern der Oeffnung an gerechnet, ſeyn es, welche Herr Young im Sinne haben könne. Daß aber dieſes an den Rändern der Oeffnung vorbeygegangene Licht von dem freyen, oder von dem innerhalb einer weiten Oeffnung hindurchgegangenen Lichte ſehr verſchieden ſey, bewieſen die Wirkungen mit Hülfe des Prisma, mit welchem jenes Farben, dieſes aber einen weißen Raum darſtelle. Dieſe Bemerkung ſey auf alle Verſuche anzuwenden, welche von Newton an mit dergleichen Lichtſtrahlen angeſtellet worden ſind; und es ergeben ſich aus ihr, daß die aus ihnen gezogenen Folgen nicht von dem Lichte überhaupt, ſondern nur von dem gebeugten Lichte gelten könnten.

Herr Wollaſton hat über das Farbenbild, welches durch Brechung in einem Prisma entſteht, einige Bemerkungen gemacht, welche hier kurz angezeiget werden ſollen. Seinen Verſuchen zufolge glaubt er, daß die Anzahl der Hauptfarben, in welche das weiße Licht durch

Brechung im Prisma zerlegt wird, weder ſieben noch drey, ſondern vielmehr vier, ſey. Wenn man nämlich einen Lichtſtrahl in ein finſteres durch eine Spalte, $\frac{1}{20}$ Zoll breit, fallen läßt, und mit dem Auge durch ein vor daſſelbe gehaltenes Flintglasprisma, das frey von Winden iſt, in der Entfernung von 10 bis 12 Fuß auffängt, ſo erſcheint alsdann der Strahl blos in die vier Farben: roth, gelblichgrün, blau und violett zerlegt. Was nun die Begränzung der einzelnen Farben betrifft, ſo fand er die Grenze der rothen Farbe etwas undeutlich, welches ihm zum Theil daher zu kommen ſcheinet, daß das Auge nicht Kraft genug beſitzet, das rothe Licht convergent zu machen. Die Grenze zwiſchen dem Rothen und Grünen iſt bey einer gewiſſen Lage des Prisma vollkommen deutlich, ſo wie auch die beyden Grenzen des Violett. Aber die Grenze zwiſchen Grün und Blau iſt nicht ſo ſcharf bezeichnet, auch giebt es zu beyden Seiten dieſer Grenze andere deutlich wahrzunehmende dunkele Linien die man bey einem unvollkommenen Verſuche fälſchlich für die Grenzen dieſer Farben halten könnte.

Herr **Mollweide** führet gegen **Wollaſton's** Verſuche an, daß zuerſt die Entfernung, in welcher der Lichtſtrahl aufgefangen wurde, viel zu klein ſey, als daß die Farben gehörig von einander geſondert werden konnten. Ueberdies komme es auch auf den brechenden Winkel des Prisma an, wenn die Farben gehörig geſondert werden ſollten. **Wollaſton's** Verſuche beweiſen alſo gar nichts gegen die angenommene Zahl von ſieben Hauptfarben. Ferner komme es auch nach **Wollaſton's** eigener Ausſage bey der Begrenzung der einzelnen Farben auf die Lage des Prisma an. Man habe alſo kein Gewicht darauf zu legen, wie die Herrn **Wünſch** und **Prieur** gethan hätten, die, ohne auf die Umſtände, von denen dieſe Begrenzung abhange, zu achten, viel Weſens daraus gemacht hätten.

Wichtiger ſind einige hieher gehörige Verſuche und Bemerkungen, welche Herr **Joſ. Fraunhofer** angeſtel-

Digitized by Google

let und gemacht hat. Die Abſicht des Herrn Fraunhofer war vorzüglich, die achromatiſchen Fernröhre auf einen höhern Grad der Vollkommenheit zu bringen; daher war es beſonders nöthig, das prismatiſche Farbenbild einer genauern Prüfung zu unterwerfen. M. ſ. Farbenzerſtreuung; Fernrohr, achromatiſches. Er fand, daß in Anſehung der Brechung des Lichtes durch verſchiedentlich brechende Materien es einerley war, ob Lampenlicht oder Sonnenlicht durch ſelbige gelaſſen wurden. Hiebey entdeckte er aber eine Erſcheinung, die vor ihm noch nicht bekannt war. Er ſtellte nämlich in einem verfinſterten Zimmer ein Prisma aus Flintglas vor einen Theodolit, und ließ durch eine ſchmale, ungefähr 15 Sekunden breite und 36 Minuten hohe Oeffnung in dem 24 Fuß vom Prisma entfernten Fenſterladen, Sonnenlicht auf daſſelbe fallen. Der Winkel des Prisma maß ungefähr 60°, und das Prisma ſtand ſo vor dem Objektive des Theodolithfernrohrs, daß der Winkel des einfallenden Strahles dem Winkel des gebrochenen Strahles gleich war. Er wollte nun zuerſt ſehen, ob ſich in dem aus Sonnenlicht gebildeten Farbenbilde ein ähnlich heller Streif, wie in dem Farbenbilde von Lampenlicht, zeigte; anſtatt deſſelben erblickte er aber mit dem Fernrohre in dieſem horizontal ſtehenden Farbenbilde faſt unzählig viele ſtarke und ſchwache vertikale Linien, die aber nicht heller, ſondern dunkler ſind, als der übrige Theil des Farbenbildes, und von denen einige ganz ſchwarz zu ſeyn ſcheinen. Wenn er das Prisma drehete, ſo daß der Einfallswinkel größer oder kleiner wurde, ſo verſchwanden dieſe Linien, wurden aber wieder ſichtbar, wenn er beym vergrößerten Einfallswinkel das Fernrohr ſehr bedeutend kürzer machte, und bey Verminderung des Einfallswinkels das Okular ſehr viel herauszog. Und wenn das Okular ſo geſtellet war, daß man die Linien im rothen Theile des Farbenbildes deutlich ſah, ſo mußte er etwas hineinſchieben, um die im violetten Theile deutlich zu ſehen. Machte er die Oeffnung, durch welche das Licht einfiel, breiter, ſo wur-

Digitized by Google

den die feinern Linien undeutlich, und verſchwanden ganz, wenn dieſe Oeffnung über 40 Sekunden breit war; und bey einer Oeffnung, die mehr als Eine Minute Breite hatte, waren auch die breiten Linien nur undeutlich zu erkennen. Bey Veränderung der Oeffnung am Fenſterladen, wobey indeß die Entfernung des Theodoliths von derſelben nicht verändert wurde, blieb die Entfernung dieſer Linien von einander, und überhaupt ihr Verhältniß unter einander unverändert. Sie waren immer vorhanden, auf was für einem brechenden Mittel das Prisma auch beſtand, und welche Größe auch der brechende Winkel deſſelben hatte, nur daß ſie im Verhältniſſe der Größe des Farbenbildes ſtärker oder ſchwächer und daher leichter oder ſchwerer zu erkennen waren. Selbſt das Verhältniß der Linien und Streifen unter ſich ſcheint bey allen brechenden Mitteln genau daſſelbe zu ſeyn, ſo daß z. B. ein gewiſſer Streif ſich bey allen nur in der blauen Farbe, ein anderer bey allen nur in der rothen Farbe findet; daher es leicht iſt, zu erkennen, mit welchen Streifen oder Linien man zu thun hat. Sie ſind ſowohl in den auf die gewöhnliche, als auch in den auf die ungewöhnliche Art in dem isländiſchen Kryſtalle gebrochenen Strahlen vorhanden. Die ſtärkern Linien machen keinesweges die Grenzen der verſchiedenen Farben: es iſt faſt immer zu beyden Seiten einer Linie dieſelbe Farbe, und der Uebergang der einen Farbe in die andere unmerklich.

In Beziehung auf dieſe Linien zeigt ſich das prismatiſche Farbenbild der Sonne in Fig. 51, wo jedoch alle Linien unmöglich haben ausgedruckt werden können. Ungefähr bey A iſt das rothe, bey I das violette Ende des Farbenbildes; eine beſtimmte Grenze iſt aber auf keiner Seite mit Sicherheit anzugeben, leichter noch bey Roth, als bey Violett. Iſt alles unmittelbare, oder von einer Spiegelfläche reflektirte Licht ausgeſchloſſen, ſo ſcheint auf der einen Seite die Grenze ungefähr zwiſchen G und H zu fallen, auf der andern Seite in B zu ſeyn. Mit Sonnenlichte von ſehr großer Dichtigkeit wird das Far-

benbild faſt noch um die Hälfte länger; um aber dieſe größere Ausdehnung deſſelben ſehen zu können, muß das Licht von dem Raume zwiſchen C und G verhindert werden, in das Auge zu kommen, weil der Eindruck, den das Licht von den Grenzen des Farbenbildes auf das Auge macht, ſehr ſchwach iſt, und von dem übrigen verdrängt wird. In A iſt eine ſcharf begrenzte Linie gut zu erkennen; doch iſt hier nicht die Grenze der rothen Farbe, ſondern ſie geht noch merklich darüber weg. Bey a ſind mehrere Linien angehäuft, die gleichſam einen Streifen bilden. B iſt ſcharf begrenzt und von merklicher Dicke. Im Raume von B nach C können 9 ſehr feine, ſcharf begrenzte Linien gezählt werden. Die Linie C iſt von beträchtlicher Stärke und ſo wie B ſehr ſchwarz. Im Raume zwiſchen C und D zählte er ungefähr 30 ſehr feine Linien, welche, zwey ausgenommen (wie auch die Linien zwiſchen B und C) nur mit ſtarken Vergrößerungen oder ſtark zerſtreuenden Prismen deutlich zu ſehen, übrigens aber ſehr ſcharf begrenzt ſind. D beſteht aus zwey ſtarken Linien, die nur durch eine helle Linie getrennt werden. Zwiſchen D und E zählte er ohngefähr 84 Linien von verſchiedener Stärke. E ſelbſt beſteht aus mehreren Linien, von denen die in der Mitte etwas ſtärker iſt, als die übrigen. Zwiſchen E und b ſind ungefähr 24 Linien. Bey b ſind drey ſehr ſtarke Linien, wovon 2 nur durch eine ſchmale helle Linie getrennt ſind; ſie gehören zu den ſtärkſten im Farbenbilde. Im Raume zwiſchen b und F zählte er ungefähr 52 Linien. F iſt ziemlich ſtark. Zwiſchen F und G ſind ungefähr 185 Linien von verſchiedener Stärke. Bey G ſind viele Linien angehäuft, worunter ſich mehrere durch ihre Stärke auszeichnen. Im Raume von G nach H zählte er ungefähr 190 Linien von ſehr verſchiedener Stärke. Die zwey Streifen bey H ſind am ſonderbarſten; ſie ſind beyde faſt ganz gleich, beſtehen aus vielen Linien, und in ihrer Mitte befindet ſich eine ſtarke Linie, die ſehr ſchwarz iſt. Von H nach I ſind die Linien gleich zahlreich. Es können demnach blos im Raume

Digitized by Google

zwiſchen B und H ungefähr 574 Linien gezählet werden. Die Entfernungen der ſtärkſten Linien von einander hat er mit dem Theodolith gemeſſen.

Herr Fraunhofer hat ſich durch viele Verſuche und Abänderungen überzeugt, daß dieſe Linien und Streifen in der Natur des Sonnenlichtes liegen, und daß ſie nicht durch Beugung, Täuſchung u. d. g. entſtehen. Denn läßt man das Licht einer Lampe durch dieſelbe ſchmale Oeffnung am Fenſterladen einfallen, ſo findet man keine dieſer Linien, ſondern nur eine helle Linie, die mit der Linie D genau an einem Orte iſt. Warum die Linien undeutlich werden, oder gar verſchwinden, wenn die Fenſteröffnung zu breit wird, läßt ſich leicht einſehen. Die ſtärkern Linien haben ungefähr 5 bis 10 Sekunden Breite; iſt die Oeffnung im Fenſterladen nicht ſo ſchmal, daß das Licht, welches durch ſie hindurch gehet, gleichſam nur für einen Strahl anzuſehen iſt, oder beträgt die Breite der Oeffnung, im Winkel, bedeutend mehr, als die Breite der Linie, ſo fällt das Bild einer und derſelben Linie mehrmal neben einander hin, und wird folglich undeutlich, und verſchwindet bey zu großer Breite der Oeffnung ganz. Warum beym Verdrehen der Priſmen die Linien und Streifen nicht geſehen werden, ohne das Fernrohr länger und kürzer zu machen, wird aus folgenden klar.

Nur wenn die Strahlen auf ein Priſma ſo fallen, daß der Winkel des einfallenden Strahles an der vordern Fläche dem Winkel des gebrochenen Strahles an der hintern Fläche des Priſma gleich iſt, fahren ſie, in Hinſicht auf Divergenz, ſo aus, wie ſie auffallen; iſt der Winkel der einfallenden Strahlen größer als der der gebrochenen, ſo divergiren die Strahlen nach der Brechung durch das Priſma von einem weit entlegenen Punkte her. Die Urſache iſt, daß die Strahlen, die näher an der Spitze des Priſma durchgehen, einen kürzern Weg durch daſſelbe zu machen haben, als die, welche von der Spitze entfernter durchgehen, wodurch zwar die Winkel der ge-

Digitized by Google

brochenen Strahlen nicht geändert, die Seiten des Dreyecks für die ausfahrenden Strahlen aber in dem einen Falle größer, in dem andern kleiner werden. Dieſer Unterſchied muß verſchwinden, wenn die Strahlen parallel auf das Prisma fallen, welches auch der Erfahrung gemäß iſt. Da die violetten Strahlen durch das Objektiv des Theodolith-Fernrohrs eine kürzere Vereinigungsweite haben, als die rothen, ſo iſt klar, warum man das Okular verrücken muß, um in den verſchiedenen Farben die Linien deutlich zu ſehen.

Bey der ſo geringen Breite der Linien und Streifen im Farbenbilde wird, um ſie gehörig darzuſtellen, ein Apparat von großer Vollkommenheit erfordert, mit dem man allen Abweichungen entgeht, welche ſie undeutlich machen, oder ganz zerſtreuen könnten. Die Seitenflächen der Prismen müſſen daher ſehr gut plan, und das Glas der Prismen ganz frey von Wellen und Streifen ſeyn. Mit einem engliſchen Flintglaſe, das nie ganz frey von Streifen iſt, bekommt man nur die ſtärkern Linien zu ſehen, und da auch das gemeine Tafelglas und das engliſche Crawnglas ſehr viele Streifen enthalten, wenn ſie auch für das freye Auge nicht ſichtbar ſind, ſo wählt man (wenn man nicht im Beſitze eines Prisma von vollkommenem Flintglaſe iſt) am beſten eine ſtark zerſtreuende Flüſſigkeit z. B. Anisöhl, um alle Linien zu ſehen; doch muß dann das prismatiſche Gefäß ſehr vollkommen ebene und parallele Seitenflächen haben. Bey allen Prismen müſſen die Seitenflächen mit der Grundfläche ziemlich nahe 90° machen, und die Grundfläche muß horizontal vor dem Fernrohre liegen, wenn die Axe des Fernrohrs horizontal läuft. Die ſchmale Oeffnung, durch welche das Licht einfällt, muß genau vertikal ſtehen u. ſ. f. Die Urſache, warum Undeutlichkeit entſtehet, wenn eins oder das andere vernachläſſiget wird, iſt leicht einzuſehen.

Da die Linien und Streifen in dem prismatiſchen Farbenbilde des Sonnenlichtes eines jeden brechenden Mittels von gleicher Dichtigkeit wahrgenommen werden,

Digitized by Google

ſo gab dies Herrn Fraunhofer die Veranlaſſung, dieſelben zur Beſtimmung des Brechungs-Vermögens für jeden farbigen Strahl des Sonnenlichtes in einem brechenden Mittel zu gebrauchen, welches mit großer Genauigkeit geſchehen konnte, da der größte Theil der Linien ſehr ſcharf begrenzt iſt. Hiezu wählte er beſonders die ſtärkern Linien, und beſonders die mit B, C, D, E, F, G und H bezeichneten Linien. M. ſ. **Farbenbild, Farbenzerſtreuung.**

Der Herr Geheime-Rath v. **Goethe** hat außer den im Artikel S. 343. f. Th. II. bemerkten herausgegebenen Beyträgen zur Optik nachher noch eine eigene Schrift über Farben ſo wohl in phyſiſcher als auch in äſthetiſcher Hinſicht *) bekannt gemacht, in welcher er außerordentlich viele und ſchöne Verſuche beſchreibet, und über das Aeſthetiſche der Farben viel Schönes und Vortreffliches mit einer ihm eigenen und bekannten Beredtſamkeit ſaget. Nur iſt er durch die außerordentlich mannigfaltigen Erſcheinungen der farbigen Ränder an Gegenſtänden, welche man durch ein Prisma da betrachtet, wo ſich ein ſolcher Gegenſtand gegen einen helleren oder dunkeleren Körper abſchneidet, auf irrige Schlüſſe geleitet worden. Er glaubet nämlich, daß alle dieſe Erſcheinungen nach der Newton'ſchen Farbentheorie gar nicht erkläret werden könnten, und belegt ſo wohl den großen Newton, als alle diejenigen, welche ſeine Theorie als die allgemein gültigſte und natürlichſte angenommen haben, mit dem Namen von Schwachköpfen und andern beleidigenden Ausdrücken. Allein dieſe im wallenden Blute ausgeſprochenen Aeußerungen, die ſogar auch Herr Oken in ſeiner Iſis im kältern Blute nachgeſprochen hat, können der guten Sache nicht im geringſten ſchaden, und abgeſehen von dieſen bitteren Aeußerungen bleibt immer des Herrn v. **Goethe Werk: zur Farbenlehre,** nicht allein wegen der mannigfaltigen Abänderungen der zahlreichen Verſuche

---

*) Zur Farbenlehre. Tübing. 1810.

über die Entſtehung der Farben, ſondern auch wegen des Schönen, was er über die Farben, und deren Contraſt in Rückſicht auf die Färbe- und Mahlerkunſt geſaget hat, ſchätzbar.

(Zuſ. zu S. 355. Th. II.). Ueber die Farben dünner Flächen waren nach Newton wenige fortgeſetzte Beobachtungen angeſtellet worden. Jordan ſucht die Erſcheinungen der Farbenringe an dünnen Blättchen ganz allein aus der Beugung des Lichtes zu erklären, und bemerket, daß die von Newton erdachten Anwandlungen des leichtern Durchgehens und der leichtern Reflexion der Lichtſtrahlen in der Natur gar nicht aufgefunden werden.

Dr. Thom. Young *) hat eine Vorrichtung angegeben, um die Farben dünner Flächen mittelſt des Sonnenmikroſkops deutlich darzuſtellen. Hiebey, bemerket er, ſind, um die vortheilhafteſte Wirkung zu erlangen, einige Kunſtgriffe zu beobachten nöthig. Man nimmt dieſe Farben beſonders in den Tafeln wahr, worin Glimmer und Frauenglas ſich ſo willig theilen laſſen. Newton ſtellte, wie bekannt, ſeine Verſuche hauptſächlich über die Farben der Seiſenblaſen und über diejenigen Farben an, welche entſtehen, wenn zwey Glaslinſen einander berühren. Um dieſe Farben durch Seiſenwaſſer darzuſtellen, hat Jordan folgendes Verfahren angegeben: Man taucht die Oeffnung eines Weinglaſes in ſchwaches Seiſenwaſſer und hält dann das Glas horizontal, indem man es gegen einen vertikalſtehenden Gegenſtand z. B. gegen einen Fenſterladen, anlehnet; da alsdenn das Häutchen, welches die Oeffnung des Weinglaſes bedeckt, in ſenkrechter Lage iſt. In derſelben Lage verurſachet die Schwere der Flüſſigkeit, daß das Häutchen unten immer dicker und in den übrigen Stellen allmählig immer dünner wird, bis es endlich an der oberſten Stelle zerreißet. In dieſem Falle erſcheinen

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIV. S. 255. ff.

die Farben in Geſtalt horizontaler Streifen auf ähnliche Art, wie die umſtändlicher zu beſchreibenden Ringe.

Es hatte Newton bemerkt, daß diejenigen Farben, welche ſo von einer Fläche eines dichtern Mittels zurückgeworfen werden, lebhafter als diejenigen ſind, welche entſtehen, wenn eine dünne Platte eines dünnern Mittels zwiſchen zwey dichtern Mitteln liegt. Wahrſcheinlich, meint Young, habe dieſe anſcheinende Verſchiedenheit ihren Grund in der Menge fremden Lichtes, welches gemeiniglich in dem Verſuche gegenwärtig iſt, und das ſowohl von der obern Oberfläche des obern Mittels, als von der untern Oberfläche des untern Mittels, die oft beynahe parallel mit den ſich berührenden Oberflächen ſind, zurückgeworfen wird. Es iſt daher wichtig, dies fremde Licht zu entfernen, welches ſich dadurch bewirken läßt, daß man dem einen Glaſe die Geſtalt eines Prisma giebt, und die untere Oberfläche des andern Glaſes mit ſchwarzem Siegellack überzieht. Dann wirft die obere Fläche des obern Glaſes das Licht in einer andern Richtung zurück, und an der untern Fläche iſt die Reflexion ganz oder beynahe aufgehoben. Mit Hülfe dieſes Kunſtgriffes laſſen ſich die Farbenringe, welche in dem reflektirten Lichte entſtehen, mittelſt des Sonnenmikroſkops zu einem äußerſt ſchönen Gegenſtande machen.

Man nehme daher ein keilförmiges gläſernes Prisma und bringe damit die Oberfläche einer Glaslinie in Berührung, welche zu einer Kugelfläche von 5 bis 10 Fuß Halbmeſſer gehören muß. Beyde Gläſer müſſen mittelſt dreyer Schrauben in ihrer Lage und mit Kraft an einander gehalten werden. Um nun dieſe Gläſer an das Sonnenmikroſkop anzubringen, iſt es rathſam ſie in einen Cylinder zu befeſtigen, welcher groß genug iſt, um über die Gläſer und Schrauben hervorzuragen, damit man ſie leicht drehen könne, bis ſie das von dem Spiegel kommende Licht in die Richtung der Axe des Mikroſkops zurückwerfen; und es iſt klar, daß ſie in dieſem Falle etwas gegen den Lichtſtrahl geneigt ſeyn müſſen, ſo daß

Digitized by Google

der Focus des ganzen Bildes nie gleich vollkommen ſeyn wird, und daß die Farbenringe an dem Papierſchirme oval erſcheinen werden. Auf dieſe Art laſſen ſich leicht 8 bis 10 Farbenfolgen wahrnehmen, die aber in ihrer Ordnung und Folge zu zuſammengeſeßt ſind, als daß man ſie leicht entziffern könnte. Denn ſie beſtehen in der That aus einer unendlichen Zahl von Reihen von Ringen verſchiedener Größe, und jede dieſer Reihen enthält alle Gradationen des Lichtes des prismatiſchen Bildes. Nahe bey dem Mittelpunkte ſind dieſe hinlänglich von einander getrennt, um deutlich zu erſcheinen, entweder allein, oder in Verbindung; nach 8 bis 10 Abwechſelungen aber verliehren ſie ſich in die allgemeine Wirkung weißen Lichtes.

Denn wenn man auf die Gläſer blos homogenes Licht fallen läßt, welches aus dem übrigen durch die Brechung in einem Prisma oder auf eine andere Art geſondert worden iſt, ſo nehmen die Ringe einer jeden Farbe, und die dunkeln Zwiſchenräume zwiſchen denſelben, die ganze ſichtbare Fläche ein, und ihre Zahl wird blos durch das Vermögen des Auges, Gegenſtände wahrzunehmen, beſchränkt, welche ſo klein ſind, als die äußerſten Ringe werden, weil die Luftſchicht zwiſchen beyden Gläſern in den Stellen, von welchen dieſe Ringe herrühren, bey der gekrümmten Geſtalt des einen Glaſes ſehr ſchnell an Dicke zunimmt.

Hat man dieſen Umſtand gehörig eingeſehen, ſo läßt er ſich auf eine noch elegantere Art folgender Maßen erläutern. Man ſtelle ein Prisma wenige Fuße von dem Sonnenmikroſkope, laſſe blos eine ſchmale Linie auf der Oberfläche deſſelben dem einfallenden Lichte blos geſtellet ſeyn, und werfe auf daſſelbe die Farbenringe in einer ſolchen Richtung, daß dieſe Linie durch die Mittelpunkte derſelben gehe. Sieht man nun dahin, daß von dem ſo entſtehenden prismatiſchen Bilde alles fremde Licht entfernet bleibe, ſo ſtellt es eine ſehr ſchöne Analyſe dieſer Farben dar. Denn die Lichtlinie beſteht aus

Digitized by Google

Portionen der Ringe von allen möglichen Abſtufungen der Farbe, von welchen jedes eine gebrochene Linie bildet, die indeß nicht von gleichen Dimenſionen ſind; und durch die Brechung im Prisma werden alle dieſe gebrochenen Linien von einander getrennt und parallel neben einander geſtellt, wegen der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes, aus dem ſie beſtehen. So wird die gebrochene Linie des äußerſten Roth, welche aus den längſten Portionen beſteht, am wenigſten gebrochen; die andern Roth folgen, und werden mit dem erſtern und unter einander in Berührung gebracht, doch der verſchiedenen Größe der Portionen zu Folge etwas ſchief. Auch die dunkeln Räume ſind in Berührung mit einander, und bilden eine Trennung zwiſchen jeder Portion des Lichtes. Auf dieſelbe Art folgen die grünen auf die rothen, mit ein wenig oder gar keinem ſichtbaren Gelb. Die blauen und violetten ſind etwas vermiſcht; denn dieſe beyden Farben werden durch dünne Platten in viel kleinere Räume als durch das Prisma gebracht. Deßhalb iſt jede Portion des Lichtes, die durch an einander ſtoßende Linien der verſchiedenen Farben gebildet iſt, nicht mit geraden, ſondern mit krummen Linien begränzt. Zieht man irgendwo eine Linie quer durch dieſes zuſammengeſetzte Spectrum, ſo zeigt ſie die Grundtheile, aus welchen das die Ringe an dem Theile ausmachende Licht beſteht. Denn das Prisma zerſtreuet die Farben allein nach einer Richtung quer durch dieſes Spectrum; und man bemerkt, daß nach der 8ten oder 10ten Abwechſelung das an jedem Punkte hindurchgelaſſene Licht ſo gemiſcht iſt, daß ſich daraus begreifen läßt, warum es weiß erſcheinet.

Auch die Farben dünner Flächen, die bey dem Durchgange des Lichtes entſtehen, laſſen ſich leicht durch das Sonnenmikroſkop darſtellen; da es aber unmöglich iſt, eine große Menge von Licht, welche nichts zur Bildung derſelben beyträget, auszuſchließen, ſo zeigen ſie ſich nie ſo glänzend, als die durch Zurückwerfung gebildeten Farben.

Digitized by Google

Eine groſse Anzahl von Verſuchen über die Entſtehung der farbigen Ringe hat Herſchel *) angeſtellet, theils um dieſen ſchwierigen Theil in der Farbenlehre zu einer gröſsern Vollkommenheit zu erheben, und theils auch die wahren Gründe ihres Entſtehens aufzufinden. Newton's Erklärung genüget ihm nicht. Seine erſte Unterſuchung geht vorzüglich auf die möglichſt genaue Beſtimmung der verſchiedenen Modificationen des Lichtes, welche ſich in dieſen Erſcheinungen zeigen. Er beſchreibet zunächſt mehrere Arten, die farbigen concentriſchen Ringe theils durch Reflexion theils durch Refraction des Lichtes ſichtbar zu machen. Er legte auf einen Tiſch, der vor einem Fenſter ſtand, ein Stück Glas mit vollkommen ebenen parallelen und gut polirten Flächen, und auf dieſes eine biconvexe Linſe von 26 Zoll Brennweite. Wenn nun die Lichtſtrahlen von dem Fenſter unter einem Winkel von 30° (mit dem Einfallslothe) auf die Glaslinſe fielen, und das Auge die an der entgegengeſetzten Seite zurückgeworfenen Strahlen mittelſt eines $2\frac{1}{2}$ zölligen Ocularglaſes unter demſelben Höhenwinkel auffing, ſo zeigte ſich ein Kranz von ſehr ſchönen concentriſchen Ringen. Ein ſolcher zeigte ſich überhaupt immer, es mochte ſtatt des ebenen Glaſes die ebene Fläche einer planconvexen oder planconcaven Linſe von beliebiger Brennweite genommen werden, wenn nur die Fläche, mit welcher die andere Linſe auf ſie geleget wurde, convex war, die andere Fläche dieſer letzten Linſe mochte plan, oder convex oder concav und von jeder willkührlichen Brennweite ſeyn. Selbſt ein gewöhnliches Uhrglas auf irgend eine ebene Glasplatte gelegt bringt dieſe Erſcheinungen hervor. Die convexe Seite einer Glaslinſe auf einen metallenen Planſpiegel gelegt, zeigt ebenfalls einen vollſtändigen Kranz von concentriſchen Farbenringen, jedoch aber viel matter, als wenn die Glaslinſe auf einem ebe-

*) Philoſoph. Transact. of the royal ſociety of Lond. for the year 1807. P. II. p. 378. ſqq. for 1809. P. I. p. 259. ſqq. for 1810. P. II. p. 149. ſqq.

nen Glaſe liegt. Im allgemeinen erſcheinen die Farben-Ringe durch reflektirtes Licht, wenn auch auf die convexe Seite eines Planconvexenglaſes eine biconvexe oder planconvexe oder concavconvexe Linſe gebracht wird.

Ferner giebt Herr Herſchel drey Arten an, die farbigen concentriſchen Ringe durch gebrochenes Licht ſichtbar zu machen. Wenn man beſonders die beyden Gläſer, welche dieſe Ringe hervorbringen ſollen, auf einen Ring eines Geſtelles legt, und unter demſelben, in einem gewiſſen Abſtande, ein brennendes Licht ſetzt ſo, daß die Lichtſtrahlen wieder unter 30° auf die Gläſer fallen, und dann das Auge oberhalb des Apparats in dieſelbe Lage bringt, als wenn die Ringe durch Zurückſtrahlung ſichtbar würden; ſo ſieht man ſie mittelſt der durchgehenden Strahlen des Kerzenlichtes. Noch beſſer aber iſt es, bey dieſem Apparate ſich des Tageslichtes mittelſt eines kleinen Metallſpiegels, wie bey den zuſammengeſetzten Mikroſkopen, zu bedienen.

Herſchel fand auch bey Anſtellung ſeiner Verſuche ein Mittel, einen Kranz von Ringen in einer ſolchen Lage bemerkbar zu machen, wo man ſie noch nie geſehen hatte, wodurch er mehr auf die wahre Urſache ihrer Entſtehung zu kommen glaubte. Dieſer Kranz iſt nämlich jederzeit mit einem Hauptkranze verbunden, und wird daher von Herſchel ein Nebenkranz genennt.

Ueberhaupt kann man zwey oder mehrere Kränze von farbigen Ringen mittelſt des Schattens eines dünnen undurchſichtigen Körpers, z. B. der Klinge eines ſpitzen Federmeſſers, hervorbringen. Hält man nämlich die Spitze des Federmeſſers auf die obere Fläche einer ebenen Glasplatte, oder einer convexen Glaslinſe, ſo wirft dieſe Spitze zwey Schatten, von welchen man den einen auf der vordern, und den andern auf der hintern Fläche der Glasplatte oder der Linſe ſieht. Auf dieſe Art geben zwey dicht auf einander gelegte Stücke Glas drey Schattenbilder, von welchen der zweyte (von oben) dunkler als der erſte, der dritte aber ſchwach iſt. Dagegen iſt dieſer

letztere der dunkelſte, wenn man ſtatt des untern Glaſes ein Stück eines Glasſpiegels nimmt. Wählt man ſtatt des Glasſpiegels einen Metallſpiegel, ſo werden die Schattenbilder intenſiver und deutlicher. Alle dieſe Schattenbilder laſſen ſich durch eine ſchickliche Bewegung des Federmeſſers leicht dahin bringen, daß ſie ſich decken, wodurch nur ein einziges ſehr dunkeles Bild erhalten wird. Soll dies auf einen verlangten Punkt hinfallen, ſo hält man das Federmeſſer etwa einen halben Zoll über den Gläſern, und geht mit ſeiner vorwärts (nach dem einfallenden Lichte zu) gekehrten Schneide langſam gegen das einfallende Licht. Dabey muß das Federmeſſer ein wenig nach vorn geneigt gehalten werden, um das Licht von der untern Fläche der Klinge des Federmeſſers abzuhalten. Das Schattenbild, das man brauchen will, muß an ſeinem ſchmalen Theile genommen werden.

Mit Hülfe dieſer Schattenbilder wird es leicht, zwey und mehrere Kränze von farbigen Ringen auf einmal zu ſehen. Wenn man durch einen ebenen Spiegel mit einer darauf gelegten biconvexen Linſe den Hauptkranz von farbigen Ringen zu Stande gebracht hat, ſo bringe man nun den dritten Schatten des Federmeſſers über denſelben, ſo wird man die übrigen Kränze farbiger Ringe erſcheinen ſehen. Erblickt man den zweyten oder Nebenkranz noch nicht, ſo wird man ihn gewiß gewahr, wenn man auch das zweyte Schattenbild des Federmeſſers über den Hauptkranz bringt, und um ihn alsdann recht vollkommen zu ſehen, bringe man die Vereinigung aller dreyer Schatten auf dieſen Nebenkranz, und zwar an einem Punkte, wo er dieſen zweyten Kranz ganz bedeckt, wobey der dritte Schatten den Hauptkranz nicht berühren darf. Beyde Kränze ſind einander ſo nahe, daß oft einige ihrer Ringe einander ſchneiden. Hat man einmal den Nebenkranz erhalten, ſo läßt er ſich ſehr leicht abwechſelnd mit dem Hauptkranze betrachten; man braucht zu dem Ende nur das Federmeſſer ein wenig zu bewegen, ſo daß der dritte Schatten hin und her geht.

Digitized by Google

Auch laſſen ſich zwey Kränze von farbigen Ringen hervorbringen, wenn man auf einen metallenen Planſpiegel entweder ein Planglas mit parallelen Flächen, oder die ebene Fläche einer planconvexen oder planconcaven Glaslinſe, und auf das obere Glas die convexe Fläche einer biconvexen oder planconvexen Glaslinſe von ungefähr 17 Zoll Brennweite leget.

Legt man auf ein biconvexes Glas von ungefähr 50 Zoll Brennweite ein Planglas, und darauf eine biconvexe Glaslinſe von 26 Zoll Brennweite, ſo zeigen ſich zwey Kränze von ungleicher Größe; der größere gehört der 50 zölligen, der kleinere der 26 zölligen Linſe an, und ſind zwey Hauptkränze. Beweget man die oben auf liegende Linſe oder das Planglas etwas hin und her, ſo kann man machen, daß dieſe beyden Kränze ſich nach jeder beliebigen Richtung durchſchneiden; der kleinere Kranz läßt ſich auf den größern legen, und beyde laſſen ſich von einander entfernen und einzeln an eine beſtimmte Stelle des Glaſes bringen; ein Beweis, daß der eine von dem andern ganz unabhängig, und nicht deſſen Nebenkranz iſt. Neben ihnen läßt ſich mit Hülfe des Federmeſſers der Nebenkranz der 26 zölligen Linſe erhalten; dieſer verläßt, wenn man die Gläſer bewegt, nie ſeinen Hauptkranz, indeß der Kranz der 50 zölligen Linſe quer durch dieſe beyden hinlaufen kann.

Wenn auf die beſchriebene Art mehrere Gläſer oder Linſen, von welchen die oberſte biconvex oder planconvex iſt, auf einander geleget werden, ſo erzeugen ſich dadurch auch mehrere Kränze farbiger Ringe; jedoch nimmt die Schwierigkeit, ſie alle zugleich zu ſehen, mit ihrer Anzahl zu.

Auf die Größe der Ringe hat der Druck einen beträchtlichen Einfluß. Sie werden breiter, wenn man die beyden ſie bildenden Oberflächen ſtark an einander drückt, und ſchmäler, wenn dieſer Druck allmählig nachläßt. Der kleinſte Ring eines Kranzes kann durch dies Mittel bis zum zweyfachen und dreyfachen Durchmeſſer vergrößert

werden. Zugleich bringt auch der Druck eine beſondere Wirkung auf die Farbe der Ringe hervor. Liegt eine biconvexe Linſe von 14 oder 15 Zoll Brennweite auf ein Planglas, ſo ſind die erſten Farben, mit welchen der Kranz ganz matt zu ſcheinen anfängt, roth umgeben von Grün. Das geringſte Drücken verwandelt das Centrum in Grün, umgeben von Roth. Ein noch größerer Druck giebt aufs neue ein ganz rothes Centrum, und ſo geht die Abwechſelung der Farbe 6 bis 7 mal fort; ſo vielmal erſcheint das Roth in der Mitte wieder, dann aber bringt der ſtärkſte Druck im Centrum blos einen großen ſchwarzen Fleck mit weiß umgeben hervor.

Die Ringe, welche mittelſt durchfallenden Lichtes gebildet werden, zeigen ähnliche Abwechſelungen der Farben bey ſtufenweis verſtärktem Drucke, und wenn ſie bis zur größten Ausdehnung gebracht ſind, ſo iſt das Centrum der Ringe ein großer weißer Fleck, umgeben von Schwarz.

Herſchel wollte beobachtet haben, daß beym Farbenwechſel der Ringe der ſchwarze mittlere Fleck bey großen Objektiven förmlich in permanente Farben zerleget werde. Bey der vollen Berührung ſehr kleiner Glaslinſen mit Plangläſern entſtehen nur ſchwarze und weiße Centralkreiſe, um welche man mit bloßem Auge keine farbigen Ringe ſieht. Mit einer biconvexen Linſe von 4 Zoll Brennweite fangen die Außenringe an, eine blaßrothe Farbe zu erhalten. Mit 5 bis 7 Zoll Brennweite erhöht ſich dieſe Farbe, und mit 16 bis 20 zölligen Linſen kommen allmählich auch grüne Ringe zum Vorſchein. Bey 26 Zoll werden ſchwarze, weiße, rothe und grüne Ringe ſichtbar, auch fängt der centrale ſchwarze Fleck ſchon an, ſich aufzulöſen, und ins Violette, Indigofarbene oder Blau zu ſpielen. Noch mehr löſet er ſich bey 34 Zoll Brennweite, und geht in eine Art von gelblichem Grau über. Bey einer Linſe von 42 bis 48 Zoll Brennweite laſſen ſich gelbliche, von 55 bis 59 Zoll blaue, und von 9 bis 11 Fuß Brennweite einige orangefarbene

Ringe von den gelben, ingleichen indigofarbene von den blauen unterſcheiden. Eine Brennweite von 14 Fuß zeigt ſchon violette Ringe, und unter einer 122füßigen Linſe, die auf einem Planglaſe dicht aufgedrückt wird, iſt die Farbe des centralen Kreiſes völlig aufgelöſet; der unter kleinen Linſen ſchwarz erſcheinende centrale Kreis zeigt ſich unter ihr violett, Indigo und blau mit etwas untermengtem Grün, und der weiße Ring, welcher ihn umſchließt, grün, umgeben von Gelb, Orange und Roth.

Die am meiſten brechbaren Strahlen liegen jederzeit dem Centrum eines Kränzes zugekehrt, man mag die Ringe mit Hülfe der Zurückwerfung oder des Durchganges des Lichtes wahrnehmen; oder man mag ihre Farben auseinander und wieder in einander treten laſſen, in welchem letztern Falle einige derſelben immer etwas früher verſchwinden als andere, die übrig bleibenden aber ihre Folge nicht verändern. Demnach folgen Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelb, Orange und Roth auf einander. Dieſelbe Ordnung gilt auch für die Nebenkränze; immer bilden die brechbarſten Strahlen die kleinſten Ringe.

Wenn ſich zwey Kränze von Ringen zugleich zeigen, und die Mitte des Hauptkranzes ſchwarz iſt, ſo erſcheinet dieſe Stelle des Nebenkranzes weiß, und umgekehrt; oder wenn die Mitte des erſtern roth oder orangenfarbig ſeyn ſollte, ſo iſt die des letztern grün, und wieder umgekehrt. Die Größe der Ringe ſteht in einer ähnlichen Beziehung, indem immer die weißen Ringe in dem einen Kranze einerley Durchmeſſer mit den ſchwarzen Ringen in dem andern Kranze, und eben ſo die orangefarbigen in jenem, mit den grünen in dieſem haben. Sind mehrere Nebenkränze ſichtbar, ſo ſtimmen dieſe insgeſammt, in Hinſicht der Farbe und Größe, mit einander überein: wechſeln aber in Abſicht der Farbe und Durchmeſſer der einzelnen Ringe mit dem Hauptkranz.

Wenn den Farbenringen zweyer von einander abhängigen Kränze die Schattenſpitze eines Federmeſſers oder eines andern dünnen Körpers nahe gebracht wird, ſo erleiden dieſelben eine plötzliche Veränderung der Farben.

Alle dieſe Erſcheinungen ſucht Herſchel durch Zurückwerfung des Lichtes, welches durch die über einander liegenden Gläſer durchgegangen und an den Flächen die farbigen Ringe verurſachet hat, zu erklären. Der Hauptkranz der farbigen Ringe entſteht nämlich da, wo die beyden Glasflächen einander berühren, und von wo aus die zurückgeworfenen Strahlen ins Auge kommen; dagegen bildet ſich der Nebenkranz durch einen andern Theil des durch den Glasſpiegel hindurchgegangenen Lichtes auf der Metallbelegung der Hinterfläche deſſelben, wo es in unſer Auge ebenfalls zurückgeworfen wird.

Herſchel ſtellte nun auch mehrere Verſuche an, um die Verrichtungen der verſchiedenen Oberflächen der auf einander liegenden Gläſer bey der Entſtehung der Farbenringe auszumitteln. Das Reſultat derſelben von zwey über einander liegenden Gläſern iſt folgendes:

1. Blos zwey der Oberflächen tragen zur Bildung des concentriſchen Ringes weſentlich bey.

2. Dieſe beyden Oberflächen müſſen eine gewiſſe Regelmäßigkeit haben, welche eine centrale Berührung derſelben geſtattet.

3. Die Lichtſtrahlen müſſen von der einen oder andern Seite, entweder durch den Berührungspunkt ſelbſt, oder durch die ihm nahe liegenden Theile der einen Oberfläche hindurchgehen, um von der andern Oberfläche zurückgeworfen zu werden.

4. In allen dieſen Fällen entſteht ein Kranz von Ringen, deren gemeinſchaftlicher Mittelpunkt an der Stelle iſt, wo die beyden Oberflächen einander berühren.

Herſchel ſchließt hieraus, daß die Erſcheinung der concentriſchen Ringe ihren zureichenden Grund entweder in der eigenthümlichen Beſchaffenheit und Bewegung der

Lichtſtrahlen oder in der Modiſication haben müſſe, welche die Lichtſtrahlen von den beyden weſentlich nöthigen Oberflächen in dem Augenblicke erhalten, wenn die Ringe ſichtbar werden. Daß ſich dieſe Erſcheinungen nicht, wie Newton meint, aus der Eigenſchaft der Lichtſtrahlen, abwechſelnd leichter zurückgeworfen, und leichter durchgelaſſen zu werden, erklären laſſen, ſucht Herſchel durch mehrere Verſuche zu beweiſen. Folgender ihm eigener Verſuch zeigt beſonders, daß weder dünne oder dicke Luftſchichten, noch Glasblättchen zur Entſtehung farbiger Ringe unumgänglich nothwendig ſind. Er ſtellte in einem verdunkelten Zimmer einen 7 füßigen ſehr ſchönen polirten Hohlſpiegel von Metall, welcher alſo nur eine wirkende Fläche hatte, 14 Fuß hinter einen weißen Schirm, in deſſen Mitte ein Loch 0,1 Zoll im Durchmeſſer angebracht war, und richtete ihn ſo, daß er den durch dieſes Loch fallenden Sonnenſtrahl in daſſelbe wieder zurückwarf, und alſo der Schirm völlig frey von Licht blieb. Darauf ließ er, während er den Schirm im Auge behielt, von einem Gehülfen mit einer Quaſte etwas Haarpuder in den Sonnenſtrahl ſtreuen, und ſogleich erſchien auf dem Schirme der ſchönſte Kranz concentriſcher Kreiſe, in welchem ſich alle glänzende Farben des Regenbogens zeigten. Die Größe der Ringe ließ ſich ſehr verändern, je nachdem die Staubwolke näher oder ferner von dem Spiegel erzeugt wurde; je weiter ſie von dem Spiegel abſtand, deſto kleiner wurden die Ringe. Die Erſcheinung dieſer Ringe leitet Herſchel von der Beugung ab, welche die Lichtſtrahlen von den in der Luft ſchwebenden Pudertheilchen leiden, nachher modificirt durch die Krümmung der zurückwerfenden Spiegelfläche. Hiebey iſt nun weder ein Glasblättchen noch eine Luftſchicht im Spiele, die zwiſchen zwey andern Oberflächen läge, und von welchen die verſchiedenen farbigen Lichtſtrahlen ungleichförmig zurückgeworfen oder durchgelaſſen werden könnten. Auch läßt ſich der Luftraum zwiſchen dem Spiegel und den Pudertheilchen

Digitized by Google

für keine ſolche wirkende Luftſchicht nehmen. Denn die Staubwolke, die ſich durch den Sonnenſtrahl herabſenkt, verbreitet ſich durch einen ſo großen Raum, daß die einzelnen ſchwimmenden Staubtheilchen unmöglich eine gleiche Entfernung von der Spiegelfläche haben können.

Herſchel ſuchte in der Fortſetzung ſeiner Verſuche die verſchiedenen Modificationen aufzufinden, welche das Licht von den Körpern oder deren Oberflächen verſchiedentlich erleidet, je nachdem der ihnen ſich nährende Lichtſtrahl in ſie hinein, oder dicht bey ihnen vorbey gehet, um dadurch, wo möglich, die Urſache der farbigen Ringe zwiſchen den Gläſern, die man an einander drückt, und ähnlicher Erſcheinungen zu erforſchen. Er fand, daß von den verſchiedenen Geſtalten der an einander gedruckten Glasflächen die Erſcheinung der farbigen Ringe abhänge, und daß, ſo verſchieden auch die Phänomene dieſer Art ſeyn mögen, ſie ſich ſämmtlich aus den gewöhnlichen Brechungsgeſetzen ableiten laſſen. Diejenige Brechung nämlich, welche die aus dem Glaſe ausfahrenden Strahlen erleiden, verurſachet die Erſcheinung der farbigen Ringe, indem, nach Beſchaffenheit des Einfallswinkels und des Brechungsverhältniſſes, manche Gattungen des gefärbten Lichtes zurückgeworfen werden, andere aber durchgehen. Herſchel nennt dies eine **kritiſche Trennung der verſchiedentlich gefärbten Strahlen des Lichtes**, und wählt dieſe Erklärungsart ſtatt der von **Newton** ſogenannten Anwandlungen, **leichter zurückgeworfen, oder leichter durchgelaſſen zu werden.**

Herr Hofr. **Parrot** hatte ebenfalls verſucht, eine Theorie über die Entſtehung der Farbenringe zwiſchen Glaslinſen in ſeinem Lehrbuche der Phyſik aufzuſtellen, mit welcher der Herr Prof. **Brandes** nicht zufrieden war, und einige Bemerkungen dagegen machte. Herr **Parrot** führt aber dagegen an, daß Herr **Brandes** ihn etwas ſagen laſſe, was er nicht geſagt habe. Um indeſſen alle dabey vorfallenden Schwierigkeiten zu be-

ſeitigen, hat Herr Parrot ſeine Theorie über dieſen ſchwierigen Gegenſtand ausführlicher darzuſtellen geſucht *). Er geht vorzüglich von dem Erfahrungsſatze aus, daß an der Glasoberfläche, in welcher die Brechung des auffallenden Lichtes erfolget, durch das auffallende Licht Wärme erzeuget wird, wodurch daſſelbe verſchiedentlich modificirt wird. Sobald nämlich das Licht in das Glas eingetreten iſt, findet keine Brechung mehr ſtatt, und die Verſuche des Herrn Malus zeigen, daß an derſelben Fläche das Licht ſo modificirt wird, daß es um ſo mehr oder weniger durch eine andere Glasfläche angezogen wird, und alſo in ſeinen chemiſchen Eigenſchaften eine Aenderung erlitten hat. Solche Prozeſſe kennen wir an der hintern Glasfläche nicht, und wenn bey dem Austreten des Lichtſtrahls aus der Glasmaſſe ein Wärmeprozeß entſtehet, ſo kann es nur der negative des erſten ſeyn, d. h. Wärmebinden.

Dabey wird eine völlige Durchſichtigkeit der Glasmaſſe vorausgeſetzet; iſt ſie aber nicht völlig durchſichtig, ſo bindet ſie innerhalb, durch ihre ganze Dicke, einen kleinen Theil des Lichtſtoffes, und entbindet dafür etwas Wärmeſtoff. Allein man würde irren, wenn man annähme, daß der ganze Unterſchied zwiſchen den eindringenden und den in der Richtung der Brechung wieder ausgehenden Strahlen verſchluckt oder gebunden werde; der größte Theil davon zerſtreuet ſich nach allen Richtungen als ſichtbares Licht; welches deutlich daraus hervorgehet, daß man jeden Bündel von Lichtſtrahlen, der durch eine Glas- oder Waſſermaſſe durchgeht, ſeitwärts betrachtet, als einen leuchtenden Körper ſieht; ein Phänomen, welches nicht ſtatt finden könnte, wenn nicht ein bedeutender Theil des Strahlenbündels von ſeiner durch die Brechung erhaltenen Richtung im durchſichtigen Mittel ſelbſt nach allen Richtungen entlockt würde. Der kleine Antheil von Wärme, der ſich durch die Bindung

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LI. S. 266. ff.

der höchſt geringen Lichtmenge innerhalb der Glasmaſſe entwickelt, erwärmt dieſe gleichförmig, und alſo auch die Luft an beyden entgegengeſetzten Oberflächen gleich. Mithin kann die Erwärmung keinen Unterſchied in der Brechung der Lichtſtrahlen hervorbringen, weder an einer einzigen Glasplatte, noch wenn man zwey derſelben mit einander combinirt. Man hat es alſo nur allein mit derjenigen Wärme zu thun, welche an den Eintrittsflächen entwickelt wird. Die untere Fläche der obern, gegen die untere Platte geneigten, Ebene thut weiter nichts im Phänomene der Farbenringe, als die Schichten der durch die untere Platte erwärmten Luft zu begränzen.

Es ſey (Fig. 52.) ACB der Winkel, den die obere Fläche AC der untern Platte mit der untern Fläche BC der obern Platte macht, und ab die Grenze, bis zu welcher die für dieſes Phänomen noch merklich erwärmten Luftſchichten reichen, ſo wird bCc der Raum ſeyn in welchem die Farbenringe möglich ſind, und Cc die Fläche, auf welcher ſie uns erſcheinen, da im Raume jenſeits bc die Brechung nur weißes Licht erzeugen kann. Daraus iſt ſchon klar, daß bey gleicher abſoluten Höhe bc des Brechungsraumes, das Feld der Farbenringe deſto größer ſeyn müſſe, je kleiner der Winkel iſt. Ein Satz, der durch die wirkliche Weite des Feldes aller Farbenringe unter verſchiedenen Umſtänden, nach der Krümmung der Objektivgläſer, der Prismen und der Platten völlig beſtätigt wird. Indem nun die auf cC entwickelte Wärme ſich nach den obern Schichten verbreitet, ſtößt ſie deſto früher an die obere Platte BC, je näher an C der Punkt ihrer Entwickelung iſt; dieſe obere Platte, nicht nur als ſchlechterer Leiter, ſondern vorzüglich als eine in Bezug auf die Luft heterogene Subſtanz, hält die Ausbreitung der Wärme auf. Dieſe aufgehaltene Wärme erhöht die Temperatur der Luftſchichten bey bC, ſo daß das Geſetz der Wärmeabnahme von cC an minder convergiren wird, und je näher an c, deſto weniger. Folglich wird der Temperatur- und

Dichtigkeits-Unterſchied deſto kleiner ſeyn, je näher man an C anrückt, und ganz in C muß er = o ſeyn. Folglich nimmt auch das Brechungsvermögen aller dilatirten Luftſchichten von bc an nach C ab. Da außerdem der brechenden Schichten immer weniger ſind, je näher man an C anrückt, ſo muß die Brechung der Lichtſtrahlen und ihre Zerſtreuung von bc an nach C abnehmend, oder von C an nach bc zunehmend ſeyn. Bey convexen Oberflächen ſind die Dichtigkeitszunahmen, ſo wie die Höhen des Brechungsraums, noch mehr unter ſich verſchieden, folglich auch die Brechungen und Zerſtreuungen der Lichtſtrahlen.

Wenn ein Lichtſtrahl unter irgend einem Einfallswinkel bey d in den Brechungsraum tritt, ſo wird, der allgemeinen Brechung unbeſchadet, und vermöge des Brechungsgeſetzes der farbigen Strahlen, der violette Strahl, als derjenige, welcher die größte Brechfähigkeit hat, ſich mehr nach C wenden, als alle übrigen, und der vorher ungefärbte Strahl wird zerlegt, und die Reihe der gefärbten Strahlen wird ſeyn, von C nach A, violett, grün, roth und die übrigen dazwiſchen in ihrer Ordnung.

Vorläufig macht Herr Parrot noch folgende zwey Bemerkungen: erſtens; Newton führet an, daß bey den reflektirten Bildern nach dem ſchwarzen Flecken der Mitte ein blauer Ring folge, zwiſchen dem ſchwarzen Flecken und dem darauf folgenden weißen breiten Ringe. Dieſen blauen Ring hat aber Parrot nie geſehen, ſo viele Verſuche er auch mit verſchiedenen Objektivgläſern, ſelbſt von 100 Fuß Brennweite angeſtellet hat. Zweytens: Bey den Bildern, welche mittelſt des durchgehenden Lichtes entſtehen, hat er auch nicht die entgegengeſetzte Farbenfolge von der der reflektirten Bilder beobachtet, welche Newton in ſeinem Schema angiebt, ſondern völlig dieſelbe, welche die reflektirten Bilder liefern, mit der Ausnahme der Mitte, wo Weiß an die Stelle des Schwarzen tritt. In dieſem durchgehenden Bilde iſt der mittlere weiße Fleck ganz beſtimmt mit ei-

nem leicht orangenen Ringe begrenzt, der ſich in einen dunkeln Ring verliehret, welcher äußerlich von einem blauen Ringe begrenzt iſt, der den Anfang der übrigen farbigen Ringe macht, deren Ordnung von hier an völlig dieſelbe iſt, als die der zurückgeworfenen Bilder.

Es ſey (Fig. 53.) ABCED ein Vertikalſchnitt des Raums zwiſchen zwey Objektivgläſern, in welchem die Zerlegung des auffallenden Lichtes ſtatt findet, und ab ein ſolcher Strahl, ſo muß der violette Strahl bv gegen die Mitte C zu fallen, die übrigen in der gezeichneten Ordnung, grün, roth. Daſſelbe gilt von den Strahlen a′b′ auf der andern Seite, und gleichfalls, wenn man einen vertikalen Durchſchnitt nimmt, der mit dieſem einen rechten Winkel macht. Kurz von allen Seiten her müſſen die in der Richtung ab, a′b′ fallenden Strahlen ſo zerlegt werden, daß die violetten Strahlen gegen die Mitte zu, die rothen gegen die Peripherie zu, liegen. Haben dieſe farbigen Strahlen die Fläche BC erreicht, ſo werden ſie zurückgeworfen, und giengen ſie durch Luftſchichten von gleichem Brechungsvermögen als bey ihrem Eintritte durch, ſo würden ſie ihre urſprüngliche Parallelirung wieder erhalten. Allein die Luftſchichten zwiſchen rgv und e haben ein geringeres Brechungsvermögen, als die zwiſchen rgv und b; folglich müſſen die Strahlen rr, gg, vv divergiren. Daſſelbe wird mit den Strahlen v′v′, g′g′, r′r′ ſeyn, welche von dem Strahle a′b′ kommen; denn die ſchon divergirenden Strahlen b′v′, b′g′, b′r′ werden durch ihren Eintritt in die Schichten zwiſchen v′g′r′ und a′ noch divergirender. Vergleicht man die Divergenzen der nach d und d′ zurückgeworfenen farbigen Strahlen für die Stellen rgv, v′g′r′, welche von C gleich weit entfernt ſind, ſo wird man ſie beſtändig gleich finden. Denn die erſte iſt in der erſten Brechung größer als die zweyte; aber in der zweyten Brechung iſt die erſte vermindert, die zweyte aber vergrößert.

Es folgt aus dieſer geometriſchen Betrachtung, daß, wenn Farbenringe zwiſchen zwey regulairen krummen Oberflächen entſtehen, die Farbenordnung von dem Mittelpunkte aus ſeyn wird: violett, blau, grün, gelb, orange, roth; ſo wie auch, daß die ſcheinbare Breite der Ringe in allen Punkten jedes Ringes gleich ſeyn muß.

Jetzt bleibt nun noch folgende wichtige Frage zu beantworten: Wie können die farbigen Bilder r g v und v′ g′ r′, welche rund um C entſtehen, abgeſonderte Farbenringe bilden? Der Grund, die wirkende Urſache zu dieſer Abtheilung liegt darin, daß das progreſſive Vorrücken dieſer Bilder, in ſo fern ſie von parallelen Strahlen a b, p q entſtehen, nicht eine arithmetiſche Reihe bildet, ſo daß die auf einander fallenden und immer vorwärts geſchobenen Bilder nicht homogenes weißes Licht durchaus bilden können, und daß dieſe Vorrückung der Bilder noch dadurch vergrößert wird, daß Strahlen a b, p q, a′ b′, unter ſehr verſchiedenen Winkeln in den Brechungsraum fallen. Herr Parrot hat dieſe Frage durch eine geometriſche Conſtruction zu beantworten geſucht.

Es entſtehen alſo die Farbenringe urſprünglich aus der ungleichen Ausbreitung der Farbenſtrahlen auf (Fig. 52.) A C, und ihre Sichtbarkeit aus den verſchiedenen Einfallswinkeln der noch unzerlegten Strahlen. Wäre jene Ungleichheit der Ausbreitung der Farbenſtrahlen nicht, ſo wäre die Erzeugung der Farbenringe unmöglich, wenn auch noch ſo vieles ungefärbtes Licht unter allen möglichen Winkeln einfiele, weil jede Reihe von parallelen Strahlen (in welche ſich alle einfallenden Strahlen eintheilen ließen) nur weißes Licht erzeugen könnte. Aber durch die Vereinigung der beyden Umſtände, nämlich der ungleichen Ausbreitung der farbigen Bilder der parallelen Strahlen, und der verſchiedenen Einfallswinkel der ungefärbten Strahlen, welche ſich am Eingange des Brechungsraumes durchkreuzen und von da aus eine Folge verſchobener

priſmatiſcher Farbenbilder erzeugen, wird das Phänomen möglich und nothwendig.

Was endlich die Farbenringe betrifft, welche mittelſt durchgehenden Lichtes erzeuget werden, ſo iſt der einzige Unterſchied von denen, welche durch reflektirtes Licht entſtehen, in der Mitte zu finden. Hier findet ſich nämlich ein weißer ſtatt einen ſchwarzen Fleckes. Um dieſen weißen Fleck liegt aber ein dunkler Ring, der innerhalb einen orangefarbenen, und äußerlich einen blauen Saum hat. Dieſer dunkele farbenloſe Ring iſt äußerſt auffallend, und Herr Parrot ſucht denſelben aus der allgemeinen Brechung des Lichtes am Rande des Glaſes zu erklären.

Herr Parrot bemerket noch, daß Herſchel's Beobachtungen über die Nebenkränze, ſo wie über die vervielfältigten Kränze durch mehrere Linſen weder für noch wider ſeine Theorie ſprechen. Als Belege derſelben könnten aber doch mehrere andere von Herſchel gemachte Beobachtungen angeſehen werden. Nur darin widerſpricht Parrot dem Herſchel, daß nämlich bey großen Objektivgläſern der ſchwarze mittlere Fleck ſich in permanente Farben auflöſe. Dieſe hat Parrot nie wahrnehmen können, ſo große Sorgfalt er auch gehabt hat, ſolche Gläſer zu wählen, die dergleichen Erſcheinung hätten hervorbringen müſſen.

Herr Prof. Brandes *) erinnert gegen Herrn Parrot, daß ſich ein Mißverſtehen eingeſchlichen habe. Wahr ſey es, wie er und Parrot geſagt habe, eine einzelne Platte könne nicht die Erſcheinung der Ringe gewähren; aber die Gründe dafür ſeyn unter ihnen nicht ſo gänzlich gleich, ſo daß Parrot ſagen dürfte, er habe gerade das geſagt, was Brandes euklidiſch demonſtrire. In ſeinem Grundriſſe der Phyſik leſe er folgendes: " wären für beyde (parallel dicht neben einander einfallende) Lichtſtrahlen alle Umſtände einander gleich, ſo würden die Farbenſtrahlen des einen mit den gleichfarbi-

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LIV. S. 319.

gen Strahlen des andern parallel gehen, und es würde aus mehreren ſolchen parallelen Strahlen, und deren über einander geſchobenen Farben wieder weißes Licht entſtehen." Hier ſey alſo die Rede von mehreren neben einander einfallenden Strahlen, die weißes Licht hervorbringen, obgleich jeder iſolirte Strahl Farben hervorbringen ſollte. So wenigſtens habe er dieſe Stelle verſtanden und glaubte daher wohl ihr den Beweis entgegen ſetzen zu dürfen, daß auch jeder iſolirte Strahl keine Farben hervorbringt. Herr Parrot ſage, Herr Brandes hätte bewieſen, daß die Strahlen alle Farbe für Farbe parallel werden. Allein letzterer erwiedert, daß er nicht blos bewieſen habe, daß Roth mit Roth und Grün mit Grün parallel werde, ſondern auch Roth mit Grün parallel u. ſ. w.

Ueber die Richtigkeit der Parrot'ſchen Theorie weiter zu entſcheiden, wolle er andern überlaſſen; ihm ſcheine ſie noch nicht dargethan zu ſeyn. So viel ſey gewiß, daß eine Darſtellung, die nicht in ſtrengen mathematiſchen Formeln rede, die von Parrot gewünſchte Ueberzeugung nicht gewähren könne.

Sehr wahrſcheinlich hängen die Erſcheinungen der farbigen Ringe, welche durch über einander gelegte Objektivgläſer geſehen werden, zum Theil von den bey der Beugung des Lichtes vorkommenden Farbenzerſtreuungen, zum Theil von den Schwächungen des Lichtes durch Zurückwerfung, und zum Theil auch von der mit ins Spiel kommenden Polariſirung des Lichtes ab. Erſt in den neuern Zeiten iſt die Polariſation des Lichtes von Herrn Malus entdeckt worden. M. ſ. Polarität des Lichtes.

Es falle ein Lichtſtrahl (Fig. 54.) Ca auf die ebene Spiegelplatte A unter einem Winkel von ohngefähr 35° 28', und der auf ſelbiger zurückgeworfene in einer vertikalen Richtung polariſirte Strahl ab gelange auf die mit A parallele und hinten geſchwärzte Spiegelplatte B in b. Zugleich bringe man in dies vertikal polariſirte Licht ein ganz reines Glimmerblättchen, etwa in der

Dicke eines Chartenblattes, c auf einer ſchicklich angebrachten horizontalen Unterlage von dünnem Glaſe. Wenn nun das Auge O vor dem Spiegel B die gehörige Lage hat, und das Glimmerblättchen als Bild wahrnimmt, ſo wird es daſſelbe ſehr oft ſogleich gefärbt ſehen; wäre dies jedoch der Fall nicht, ſo drehe man durch eine leicht angebrachte Vorrichtung die Spiegelplatte B horizontal um B herum, ſo daß alſo B mit A verſchiedene Lagen erhält, ſo wird man bald bemerken, daß nun vermöge des durch c durchgehenden polariſirten und von B reflekirten Lichtes das Bild in einer ſehr ſchönen Farbe zum Vorſchein kommt. Wäre im Gegentheil die Spiegelplatte B nicht vorhanden, und das von A reflektirte Licht fiel auf das Glimmerblättchen c unter einem rechten Winkel ein, ſo wird das Licht, welches durch dies Blättchen durchgegangen iſt, noch weiß ſeyn, und fortfahren weiß zu erſcheinen, man mag es entweder mit dem bloßen Auge auffaſſen, oder es auf ein weißes Papier fallen laſſen, welches ohne Unterſchied die verſchiedenen Theile deſſelben zurückwirft, ohne Rückſicht auf die Richtung ihrer Polariſation. Da nun das polariſirte Licht ohne Dazwiſchenkunft des Glimmerblättchens durch B ganz hindurchgeht, ſo muß daſſelbe, ſobald es durch das Glimmerblättchen hindurchgegangen iſt, und dann auf die Spiegelplatte B fällt, eine ſolche Modifikation erhalten, daß ein gewiſſer Theil deſſelben reflektirt werde, der eine eigenthümliche Farbenabſtufung beſitzet, der andere Theil aber durch B hindurchgehe. Man nehme nun an, es werde auf dieſe Weiſe ſchön gelb von B reflektirt, ſo muß der rothe und blaue Strahl des durch das Glimmerblättchen gegangenen weißen Lichtes in Beziehung auf B polariſch einfallend geworden, und daher von B abſorbiret ſeyn. Dreht man nun die Spiegelplatte B horizontal um B herum, ſo wird ſich das gelbe Licht nach und nach verlieren, und, wenn B eine Viertelumdrehung Links oder Rechts gemacht hat, wird nunmehr das Bild violett erſcheinen, und der übrige Theil

des Lichtes von B verſchluckt ſeyn. Dreht man auf ſolche Art die Spiegelplatte B weiter fort, ſo ſieht man bey 90° und 270° die Complementärfarben (Ergänzungs- oder ſupplementaire Farben) der bey 0° und 180° vorhandenen, während bey 45° Entfernung von dieſen Winkeln alles ungefärbt erſcheinet, ſo daß die complementairen Farben mit jenen Winkeln zuſammenfallen, bey welchen der weiße Lichtſtrahl die geringſte Intenſität, die Hauptfarbe hingegen mit jenen, wo das weiße Licht die größte Stärke beſitzet. Herr Arago war der erſte, der alle dieſe Erſcheinungen wahrnahm, wobey aber als Bedingung vorausgeſetzet wurde, daß die Blättchen (von Glimmer, Talk, Bergkryſtall u. ſ. w.) durchgängig von einer vollkommen gleichen Dicke, und regelmäßig kryſtalliſirt ſeyn mußten. Dabey beobachtete er, daß, wenn dieſer depolariſirte Lichtſtrahl auf einen verdoppelnden Kryſtall fiel, er ſich in zwey Strahlen von verſchiedenen Farben ſpaltete. Herr Biot, welcher dieſe Erſcheinungen weiter verfolgte, belegte dieſe Veränderung, welche der Lichtſtrahl auf dieſe Weiſe erhielt, mit dem Namen der **beweglichen** oder **wechſelnden Polariſation** des Lichtes. Er fand, daß dieſes auffallende Farbenſpiel ſich darſtellte, wenn auch mehrere ſolche Blättchen, die man beſonders aus demſelben Stücke ſchwefelſauren Kalkes gewinnt, über einander geleget wurden, wofern nur ihre Kryſtalliſation regelmäßig iſt. Ueberhaupt fand ſich in Hinſicht dieſer merkwürdigen Erſcheinungen kein Unterſchied zwiſchen dieſen Blättchen und dem ganzen Kryſtalle, als blos in der Natur der Farbenabſtufungen, die ſie zeigten; welche endlich bey einer gewiſſen Grenze der Dicke bis in ein vollkommenes Weiß ausarteten. Dieſe Grenze ließ ſich bey den reinſten Stücken auf $\frac{45}{100}$ Millimeter beſtimmen. Nach Biot beſteht die Haupteigenſchaft der beweglichen Polariſation im folgenden: Wenn ein weißer, nach der vertikalen Richtung a b polariſirter Strahl ſenkrecht auf ein Blättchen von ſchwefelſaurem Kalk fällt, deſſen

Dicke nicht über $\frac{45}{100}$ Millimeter übertrifft, und deſſen Axe cD irgend einen Winkel mit der Richtung der urſprünglichen Polariſation ac macht, ſo iſt der hindurchgegangene Strahl aus zwey verſchiedenen polariſirten Bündeln zuſammengeſetzet, von welchen das eine im Azimuth Null, d. h. nach der Richtung ac der urſprünglichen Polariſation, das andere im Azimuth 2 i d. h. nach der Richtung cx, die von der Axe DD auf gleiche Art entfernt iſt, liegt.

Nach Herrn Biot laſſen ſich die Geſetze der beweglichen Polariſation auf eine Schwingungsbewegung der Axe der Polariſation zurückbringen. Das erſte Geſetz betrifft die Richtung, nach welcher die Polariſation erfolget. Iſt nämlich ein polariſirter Strahl ſenkrecht durch ein dünnes Blättchen Gyps oder Quarz, oder irgend eines andern Kryſtalls, der gleichlaufend mit der Axe der doppelten Brechung geſchnitten worden, hindurchgegangen, ſo iſt er aus zwey gefärbten Bündeln, die verſchiedentlich polariſirt ſind, zuſammengeſetzet. Iſt ac die Richtung der urſprünglichen Polariſation, und cD die Axe des dünnen Blättchens, die mit ihr einen Winkel i macht, ſo wird das eine Bündel nach der Richtung ac polariſirt, und das andere Bündel wird gänzlich nach der andern Seite der Axe cD, unter einem vollkommen gleichen Winkelabſtande xx polariſiret ſeyn.

Das zweyte Geſetz betrifft die Abſtufungen; dieſe ſind nach Biot dieſelben, wie die der gefärbten Ringe, welche Newton beobachtet hat, wo das zweyte Bündel ſtets einem hindurchgelaſſenen, und das erſte dem entſprechenden zurückgeworfenen Lichte entſpricht.

Ueberhaupt laſſen ſich nach Biot alle Erſcheinungen, welche die Blättchen darbieten, unter folgende allgemeine Regeln bringen.

1. Wenn ein einfacher Lichtſtrahl, der nach einer beſtändigen Richtung polariſiret worden, durch ein kryſtalliſirtes, mit der Axe der doppelten Brechung gleichlaufendes Blättchen ſenkrecht durchgeht, ſo bringen die Licht-

theilchen anfänglich bis auf eine gewiſſe Tiefe ein, ohne ihre urſprüngliche Polariſation zu verlieren; hierauf fangen ſie an, während ihre fortſchreitende Bewegung fortdauert, ſich um die Axe ihrer Bahn zu bewegen, dergeſtalt, daß ihre Axe der Polariſation ſich abwechſelnd von einer Seite zur andern der Axe des Kryſtalles zu der andern, oder der lothrechten Linie, in gleichen Schwingungsbogen bewegt, wie das Pendel um die lothrechte Linie, von der man es entfernt hat. Jede dieſer gleichen Schwingungen erfolgt bey einer Dicke von 2 e, welche die doppelte derjenigen iſt, welche das Lichttheilchen anfänglich durchlaufen hatte, ehe es in Schwingungen verſetzet wurde.

2. In demſelben Kryſtalle ſind die Werthe von e für die verſchiedenen Arten von Lichttheilchen verſchieden, und ſtehen mit den Längen ihrer Neigungen des leichtern Hindurchgehens und der leichtern Zurückwerfung im Verhältniſſe. Die Grenzen der Schwingungen ſind aber für alle Theilchen, welche dieſelbe Richtung der Bewegung verfolgen, verſchieden, wenn ihre Axen der Polariſation von einer urſprünglichen gemeinſchaftlichen Richtung ausgehen.

3. Die Schwingungsbewegung hört auf, wenn die Lichttheilchen an der zweyten Fläche des Blättchens angelangt, in die Luft oder irgend ein anderes Mittel treten, welches nicht mit der doppelten Brechung begabt iſt. Unterwirft man den ausfahrenden Strahl der Wirkung eines Prisma aus isländiſchem Doppelſpath, oder eines geneigten Glaſes, oder irgend eines andern Syſtems, welches die beſtändige Polariſation hervorbringt, ſo verhalten ſich die Lichttheilchen ganz ſo, als wenn ſie vollkommen die Richtung der Polariſation hätten, nach welcher Richtung ihre letzte Schwingung ſie führte, es ſey, daß ſie dieſelbe gänzlich beendiget, oder nur in dem Augenblicke begonnen hatten, indem ſie aus dem Kryſtalle austreten.

Wenn die Lichttheilchen in einem erſten Blättchen die bewegliche Polariſation erlangt haben, und ſie gehen

in ein zweites Blättchen über, ſo findet man, daß die Schwingungen in dieſem zweyten Blättchen wieder mit derſelben Dauer, denſelben Grenzen und denſelben Schwingungsarten anfangen, die ſie haben würden, wenn jedes aus dem erſten Blättchen ausgetretene Lichtbündel die fixe Polariſation beſäße. Die Tiefen aber, in welchen dieſe Schwingungen anfangen, verändern ſich mit der Natur des zweyten Blättchens, und mit der Richtung ſeiner Axe in Beziehung auf die Axen der Polariſation der Bündel. Es läßt ſich alſo die endliche Polariſation des ausfahrenden Lichtbündels nach den Grundſätzen der Schwingungsbewegung allein beſtimmen. Die Natur der Farbenabſtufungen hängt jedoch von der Tiefe ab, bey welcher die Schwingungen wieder anfangen und von einem Blättchen zum andern ſich wieder anknüpfen. Folgende zwey Erfahrungsſätze, welche beſonders bey dieſen Erſcheinungen ſtatt finden, werden alles bisher Geſagte aufklären und allgemeiner machen:

Der erſte Satz bezieht ſich auf die kryſtalliſirten Blätter oder Platten, deren Wirkungen von derſelben Natur ſind, alle beyde anziehend, oder alle beyde zurückſtoßend. Dringt ein polariſirter Lichtſtrahl nach und nach und in ſenkrechter Richtung durch zwey dergleichen Platten durch, deren Axen gleichlaufend ſind, ſo hat die Farbenabſtufung E′, die das Syſtem der beyden Platten der anfänglichen Polariſation entziehet, zum numeriſchen Werthe in Newton's Tabelle, die Summen E + E′ der den eigentlichen Farbenabſtufungen E, E′ entſprechenden Zahlen, auf welche jede der beyden Platten iſolirt dieſelbe Wirkung würde hervorgebracht haben. Kreuzen ſich aber die Axen der Platten unter einem rechten Winkel, ſo wird der numeriſche Werth von E″ gleich dem Unterſchiede von E — E′ der Zahlen ſeyn, welche ähnliche Farbenabſtufungen ausdrücken.

Man nehme z. B. an, daß eines der beyden Blätter, auf Newton's Skale zurückgebracht, zur Dicke 14,25 habe, ſo daß, indem es allein auf den polariſirten Strahl

wirkt, die Farbenabſtufung E, die es der urſprünglichen Polariſation entziehet, das Indigo der dritten Ordnung ſey. Dies verbinde man mit einem zweyten Blättchen, deſſen ſo zurückgebrachte Dicke 9,35 ſey, ſo daß, wenn ſie allein wirkt, ſie der urſprünglichen Polariſation eine Farbenabſtufung E′ entziehet, die in der Mitte zwiſchen dem Blau und Grün der zweyten Ordnung liegt. Macht man die Axen dieſer Blätter gleichlaufend, ſo wird die Farbenabſtufung E″, die ihr Syſtem der urſprünglichen Polariſation entzieht, zum numeriſchen Werthe 14,25 + 9,35 oder 23,6 haben, welches dem Roth der 4ten Ordnung entſpricht. Kreuzt man aber die Axen beyder Blätter unter rechten Winkeln, ſo erhält die Farbenzerſtreuung E′ als Werth 14,25 — 9,35 = 4,9, das einem etwas größern Werthe entſpricht, der über das Oranienfarbene der erſten Ordnung zwiſchen dieſes Oranienfarbene und das Blaßgelbe fällt. In dieſem letzten Falle würden, wenn beyde Blätter völlig gleiche Dicke hätten, ihre Wirkungen genau ſich wechſelſeitig aufheben, und der hindurchgelaſſene Strahl würde vollſtändig ſeine urſprüngliche Polariſation wieder erhalten haben. Man erhält dieſe vollkommene Gleichheit, wenn man ein dünnes Blättchen von einem recht reinen Kryſtall des ſchwefelſauren Kalkes ablöſet, und es in ſeinen natürlichen Gliederungen in zwey Stücke bricht, die man, ihre Axen kreuzend, über einander legt.

Der zweyte Satz bezieht ſich auf Platten oder Blätter, deren polariſirende Wirkungen von verſchiedener Natur ſind, die eine anziehend, die andere zurückſtoßend. Dann ſind die aus ihrer Verbindung ſich ergebenden Erſcheinungen umgekehrt. Sind ihre Axen gleichlaufend, ſo iſt die Farbenabſtufung E″, die durch dieſes Syſtem der urſprünglichen Polariſation entzogen würde, der Unterſchied der Werthe der partiellen Farbenabſtufungen oder E — E′; ſind die Axen unter rechten Winkeln gekreuzt, ſo iſt der Werth von E″ gleich der Summe der partiellen Werthe, oder = E + E′.

Dieſe Sätze finden ſtatt, ohne daß es nöthig ſey, daß die Blätter ſich berühren; ſie erhalten ſich, indem man eins hinter das andere in jeder Entfernung ſtellt, endlich finden ſie in jeder Ordnung der Ringe Statt.

Wenn man aber die Blätter gegen die Strahlen, welche durch ſie hindurchgehen, neig t, ſo erfahren die Farbenabſtufungen, welche dadurch im rhomboidalen Prisma entſtehen, allgemeine Veränderungen, die durch die Aenderungen der Intenſität der anziehenden und zurückſtoßenden Kraft, welche von der Axe ausgeht, und durch die Zunahme der Länge der Bahn, während welcher der hindurchgehende Strahl ihrer Wirkung ausgeſetzt bleibt, hervorgebracht werden.

Man denke ſich z. B. daß eins der Blättchen ſenkrecht einem polariſirten Strahl ausgeſetzet werde; ſeine Axe (Fig. 55.) CA werde ſo gedrehet, daß ſie einen Winkel von 45° mit der Richtung CX der urſprünglichen Polariſation mache; dadurch wird der Strahl in zwey gefärbte Strahlenbündel O und E, die unter rechten Winkeln, der eine nach CX, der andere nach CY, polariſiret worden, zerleget werden. Das hindurchgegangene Licht werde mittelſt eines achromatiſch gemachten rhomboidalen Prisma zerlegt, deſſen Hauptſchnitt nach CX gerichtet iſt. Dann wird das gefärbte Bündel O gänzlich die gewöhnliche Brechung in dem Prisma erfahren, und das Bündel E wird daſelbſt die gewöhnliche Brechung erleiden.

Wenn man, ohne Gebrauch des Prisma, das Blättchen in der Richtung CA neiget, ſo daß ſeine Axe CA ſich dem polariſirten Strahle nähert, ſo wird die Farbenabſtufung E, welche durch das Prisma wahrgenommen wird, in der Ordnung der Ringe aufwärts ſteigen, gleichſam als ob das Blättchen dünner würde. Neigt man im Gegentheil das Blättchen in der Richtung CB, die auf CA ſenkrecht iſt, ſo daß CA auf der Einfallsebene ſenkrecht bleibt, ſo wird die Farbenabſtufung E in der Ordnung der Ringe abwärts ſteigen, gleichſam

als, ob das Blättchen dicker würde. Weil hier die Axen CA ſtets auf der Ebene, in welcher ſich das Blättchen neigt, ſenkrecht bleibt, ſo macht der in dem Blättchen gebrochene Strahl mit demſelben ſtets einen rechten Winkel. Mithin wirkt die von dieſer Axe ausgehende Kraft, ſie ſey anziehend oder zurückſtoßend, auf den Strahl mit derſelben Intenſität, als bey dem ſenkrechten Einfallen. Allein ihre Wirkung dauert länger, weil wegen der ſchiefen Richtung ſich die Bahn des Strahls verlängert. Auf dieſe Art machen die Lichttheilchen in dem Blättchen eben ſo raſche und häufigere Schwingungen; die Farbenabſtufungen E müſſen demnach in der Ordnung der Ringe abwärts ſteigen, ganz ſo wie es der Fall wäre, wenn das Blättchen dicker würde.

Aus allen dieſen folgt, daß die Kraft, welche die Schwingungen hervorbringt, mit der vierten Potenz des Sinus dieſes Winkels im Verhältniſſe ſtehe; und daß allgemein, der numeriſche Werth der Farbenabſtufung E, die ein gegebenes Blättchen der urſprünglichen Polariſation entzieht, faſt genau mit der Bahn, welche das Licht in der Subſtanz deſſelben durchläuft, vervielfältigt mit dem Quadrate deſſelben Sinus im Verhältniſſe ſtehe.

Alle dieſe Veränderungen der Wirkung erzeugen ſich auf gleiche Art in den dicken Platten, wenn man ſie dem polariſirten Strahle unter verſchiedenen Einfallswinkeln darbietet, und ſie folgen unter dieſen Umſtänden denſelben Geſetzen. Um ſie aber in ihnen aufzufinden, muß man das polariſirte Licht, welches an dieſen Platten anlangt, ſo modificiren, daß ihrer Dicke ungeachtet, ſie, indem ſie durch das rhomboidale Prisma hindurchgehen, gefärbte Bündel geben. Man erlangt dies, wenn man anfänglich das Licht durch eine erſte Platte hindurchläßt, deren Geſammtwirkung wenig von derjenigen, welche man unterſuchen will, verſchieden iſt, und die auf eine ſolche Art angeordnet wurde, daß die Hauptſchnitte beyder Platten parallel ſind, wenn ihre Kräfte von entgegengeſetzter Natur ſind, die eine anziehend, die andere

zurückſtoßend; hingegen unter rechten Winkeln gekreuzt, wenn die Kräfte von derſelben Beſchaffenheit ſind.

Alle dieſe Betrachtungen beſtätigen die angeſtellten Erfahrungen, welche folgende Tabelle darſtellet:

Beobachteter Einfallswinkel	Brechungswinkel	Beobachtete Farbenabſtufung des ungewöhnlichen Strahls O	Beobachtete Farbenabſtufung des ungewöhnl. Strahls E	Werth v. E nach der beobachteten Farbenabſtufung.	Ordnung der Farbenabſtufungen.
0°0'0"	0°0'0"	blaß violett	gelblich Grün	17,00	
12°13'40"	8°18'10"	Roth	lebhaftes Grün	16,25	3te Ordn.
17°35'40"	11°37'30"	Gelb, ins Oranienfarbene fallend	Blau	15,10	
19°38'20"	12°56'50"	Gelb	Indigo	14,25	
24°18'0"	15°55'20"	Grün	lebhaftes Roth	12,25	
26°37'20"	17°22'50"	Blau	Oranienfarbe	11,11	2te
33°22'20"	21°30'50"	Orangenfarben	Blau	9,00	Ordn.
36° 4'50"	23° 7' 0"	Blaßgelb	Indigo	8,17	
37°19'20"	23°50'30"	bläulich Weiß	blaß Violett	7,10	
37°50'40"	24° 8'30"	grünlich Weiß	Mordereroth	5,80	
39°24'40"	25° 2'30"	Weiß, etwas bläulich	Oranienfarben	5,11	
41° 8'50"	26° 1'10"	Blau etwas ins Weiße	Blaßgelb	4,60	
44° 7'40"	27°39'20"	Schwarz	glänzend Weiß	3,40	1te
51°25'0"	31°24'30"	glänzend Weiß	Schwarz oder ſehr Dunkelblau	0	Ordn.
58°18'10"	34°33'20"	ſehr dunkles Violett	Weiß etwas Gelblich	3,40	
63°13'20"	36°31'30"	Blau	Oranienfarben	5,10	
66°11'40"	37°35'0"	weißlich Grün	Mordereroth	5,80	
70°56'20"	39° 3'30"	Gelb	Indigo	8,20	2te
75°24'10"	40°10'40"	Roth	weißlich Grün	9,71	Ordn.

Jetzt drehe man das Syſtem ſo, daß die Axe der dickſten Platte B ſenkrecht auf der Einfallsebene ſtehe, und man neige B. Dann wird die von ihrer Axe ausgehende Kraft dieſelbe bleiben, während die Bahn des Strahls in ihrem Innern zunimmt. Die Geſammtwirkung, die aus dieſen beyden Elementen ſich ergiebt, wird demnach ſtärker werden; und da die von A beſtändig bleibt, ſo

wird die Farbenabſtufung, die der urſprünglichen Polariſation entzogen worden, in der Ordnung der Ringe abwärts ſteigen. Dies zeigt folgende Tabelle, in welcher die Beobachtungen mit denſelben Platten gemacht ſind:

Beobachteter Einfallswinkel	Brechungswinkel	Farbenabſtufung des gewöhnlichen Strahls nach der Beobachtung	Farbenabſtufung des ungewöhnlichen Strahls nach der Beobachtung	Werth v. E nach der beobachteten Farbenabſtufung	Ordnung der Farbenabſtufungen
0° 0′ 0″	0° 0′ 0′	röthl. Veilchenbl.	gelblich Grün	17,00	
7° 12′ 0″		Blau	Strohgelb	17,50	3te Ordn.
15° 51′ 0″		Grün	Roth	19,67	
22° 50′ 0″	10° 59′ 30″	Roth	lebhaft Grün	22,75	4te
30° 29′ 0″	19° 46′ 0″	Grün	Roth	26,00	Ordn.
36° 22′ 10″		Roth	grünlich Blau	29,67	5te
42° 11′ 30″	26° 35′ 50″	grünlich Blau	Roth	34,00	Ordn.
46° 7′ 30″		Roth	grünlich Blau	38,00	6te
50° 6′ 40″	30° 45′ 50″	grünlich Blau	Roth	42,00	Ordn.
53° 45′ 30″		röthlich Weiß	grünlich Blau	45,80	7te
59° 20′ 10″	34° 59′ 30″	grünlich Blau	röthlich Weiß	49,67	Ordn.

Bey dieſen Verſuchen lagen die Axen der beyden gekreuzten Platten in der Ebene ihrer Oberfläche. Dieſe Richtung iſt aber nicht nothwendig, damit durch das Kreuzen Farben erzeuget werden; denn den Beobachtungen zu Folge hangen die Wirkungen, welche das Licht in jeder Platte erfähret, nur von der Länge der Bahn ab, die es in derſelben durchläuft, und von der Richtung ſeines Weges in Bezug auf die Richtung des Kryſtalls, unabhängig von den natürlichen oder künſtlichen Flächen, durch die es eintritt, oder ausfähret.

Dieſer Erfolg läßt ſich alſo allgemein alſo ausdrücken: damit das Durchkreuzen der beyden Platten Farben erzeuge, genüget es, daß der Unterſchied ihrer Wirkungen innerhalb der Grenzen von Newton's Tabelle falle. Dieſe Wirkung iſt bey den lothrechten Einfallen gleich der Dicke der Platte, zurückgeführt auf Newton's Tabelle, vervielfältiget mit dem Quadrat des Sinus des

Digitized by Google

Winkels, den die Axe mit der Ebene der Oberfläche bildet.

Herr Malus war auch der erſte, der die Geſetze der Polariſation des Lichtes auf unvollkommen kryſtalliſirte Körper unterſuchte. Setzte er unter verſchiedenen Einfallswinkeln dünne Scheiben aus dieſen Körpern einem polariſirten Lichtſtrahl aus, und unterſuchte das hindurchgelaſſene Licht mittelſt eines rhomboidalen Prisma, ſo fand er, daß ſie ſämmtlich die Gegenwart von Axen zeigten, die der urſprünglichen Polariſation einen Theil des Strahls entzogen. Wenn aber alle dieſe Subſtanzen unbedeutende Dicken beſitzen, ſo entſtehen dabey Farbenabſtufungen, von welchen Malus nichts erwähnet hat, ob ihm gleich Herr Arago darüber ſeine Bemerkungen mitgetheilet hatte.

Gleich nach der Entdeckung der Luftpolariſation hatte Herr Malus auch unterſuchet, wie hiebey die Metalle wirken. Nach Herrn Biot's Meynung hatte aber Malus dabey die richtigen Anſichten nicht. Erſterer bemerket, daß allgemein auf die Oberfläche der Körper zwey Zurückwerfungen ſtatt finden; die eine, welche ſich außerhalb der Subſtanz zu ereignen ſcheinet, wirke ohne Unterſchied auf alle Lichttheilchen, und bringe einen weißen Strahl hervor, wenn das auffallende Licht weiß ſey; die andere, welche mehr im Innern vorgehe, wirke blos auf die Lichttheilchen, welche die eigentliche Farbenabſtufung der Körper ausmache.

Die erſtere Zurückwerfung polariſirt nach Biot ſtets, bey einem gewiſſen Einfallswinkel das Licht größtentheils in der Richtung der Zurückwerfungsebene nach Art der durchſichtigen Körper; die zweyte bringt im Gegentheil dieſe Wirkung nicht hervor, oder doch wenigſtens nur mit einer weit geringern Intenſität. Hieraus iſt leicht zu begreifen, daß, wenn man ein Spiegelglas ſo aufſtellet, daß die erſte Art des Lichtes hindurchgelaſſen, oder abſorbirt wird, die andere zurückgeworfen werde, und man wird den Körper mit ſeiner eigenthümlichen Farbe

Digitized by Google

ſehen, ohne Beymiſchung einer andern fremdartigen wei-
ßen Farbe.

Biot unterſuchte die eigenthümlichen Farben des Goldes, des Eiſens und des Kupfers, und glaubte, daß der Theil des Lichtes, aus welchem die Farben zuſammengeſetzet ſind, mit einer völlig verwirrten Polariſation aus den Körpern herauskäme; allein Arago machte die Bemerkung, daß ein ſehr bedeutender Antheil von allen Seiten heraustrete, und gleichlaufend mit der Oberfläche der Körper, und ſenkrecht auf die Ebene des Austrittes polariſirt werde. Biot fand nachher auch wirklich, daß ſich dieſe Bemerkung des Herrn Arago außer allen Zweifel ſetzen laſſe, wenn man dies Licht mit einer Platte aus Turmalin in einem finſtern Zimmer analyſirt. Weiter war ihm aber über die Art der Polariſation, welche die Metalle hervorbringen, nichts bekannt. Endlich ſchrieb ihm Herr Brewſter, daß, als er mehrere Male einen Lichtſtrahl, der urſprünglich polariſirt worden, von Platten aus Silber und Gold, habe reflektiren laſſen, dies Licht eine ſolche Modification erhalten habe, daß, als es durch ein Priſma aus isländiſchem Doppelſpathe zerlegt worden ſey, daſſelbe ſich in zwey verſchiedentlich gefärbte Bündel getheilet habe. Biot wiederholte hierauf dieſe Verſuche und vervielfältigte ſie, und fand, daß dieſe Erſcheinungen vollkommen den Geſetzen der beweglichen Polariſation folgten, welche man in dünnen kryſtalliſirten Blättern wahrnimmt.

Eine andere ſehr merkwürdige Erſcheinung farbiger Bilder durch Brechung und Spiegelung hat der Herr D. Seebeck zu Jena *) entdeckt. Er bemerket, daß dieſe Figuren den Klangfiguren des Herrn Chladni ähnlich ſind, und ſich eben ſo mannigfaltig wie dieſe verändern laſſen. Man neige nämlich zwey unbelegte Spiegelgläſer unter einem Winkel von ohngefähr 110°

*) Schweigger neues Journal für Chemie und Phyſik. B. VII. S. 284. ff.

gegen einander, und ſtelle zwiſchen beyde einen Glaswürfel, (am beſten aus ſchnell abgekühltem und daher ſehr ſprödem Glaſe), ſo daß die Flächen des brechenden parallelen Glaskörpers gleiche Neigung gegen jedes der beyden ſpiegelnden Gläſer (Fig. 56.) II und LL beſitzen, ſo ſieht man beym Einfallen des Tageslichtes den Glaswürfel aus d betrachtet, ein ſchwarzes Kreuz, und in jeder Ecke des Glaskörpers vier Ringe in den lebhafteſten prismatiſchen Farben. Die Folge der Farben war dann, wo ſie am vollſtändigſten erſchienen, außen gelb, dann roth, violett, blau, grün und mitten wieder gelb. Jedoch hieng die Intenſität dieſer Farben von verſchiedenen Glasarten und von der Größe der Würfel ab, ſo daß kleine Glaswürfel von $\frac{3}{4}$ Zoll Seite gar keine Farben, aber doch jederzeit in der Mitte ein deutliches ſchwarzes Kreuz, und Würfel von franzöſiſchem Kryſtallglaſe und von einigen Sorten ganz weißem böhmiſchen Glaſe die lebhafteſten Farben zeigten.

Wurde zwiſchen dem Glaswürfel und den Spiegelgläſern ein Glimmerblättchen gehalten, ſo wurde das Kreuz in der Mitte hell und durchſichtig, zwey Theile deſſelben traten bogenförmig in zwey gegenüberliegende Farbenringe und verdunkelten deren äußere Farben, das mittlere Gelb wurde zugleich größer und lebhafter; die zwey andern Farbenringe zogen ſich zuſammen und wurden in der Mitte lebhaft blau, vor ihnen blieben die beyden andern Theile des Kreuzes als ſchwarze Bogen ſtehen. So erſchien die Figur in derjenigen Lage des Glimmerblättchens, in welcher es die Spiegelung in Oſten und Weſten herſtellt. In einer Umdrehung des Blättchens um bc, wie um eine Axe, erſchien das zuerſt angeführte Bild viermal.

Waren die beyden Glasflächen II und LL gegen den Horizont unter gleichen Winkeln geneigt, und der Glaswürfel, wie vorher zwiſchen beyde gebracht, ſo erſchien in der Mitte nur ein weißes Kreuz; das vorige ſchwarze Kreuz hatte ſich zerlegt, und war bogenförmig

Digitized by Google

in die Farbenringe getreten, welche es außen braun machte. Die Mitte der Farbenringe, welche vorher gelb geweſen war, hatte nur die entgegengeſetzte Farbe, violett, und der blaue Theil war gelbroth geworden. Ein Glimmerblättchen zwiſchen den Spiegelgläſern und dem Würfel gebracht erzeugte wiederum eine neue Figur.

Wurde ſtatt des Glaswürfels ein Glascylinder zwiſchen den beyden Spiegelflächen gebracht, ſo bildete derſelbe eine ähnliche Figur, wie der Glaswürfel; in der Mitte war ein ſchwarzes Kreuz, außen aber lief ein farbiger Ring um den ganzen Cylinder, welcher innen gelb und außen blau war.

Eine andere etwas koniſche und ebenfalls, wie der vorige Cylinder, matt geſchliffene Glasſäule gab außer dem ſchwarzen Kreuz in der Mitte zwey concentriſche farbige Ringe.

Prismen mit dreyſeitigen Grundflächen gaben wieder andere farbigen Figuren.

Daß die Farbenfiguren in den Spiegelflächen auch durch Spiegelung erzeugt werden können, lehret die Erfahrung. Wird nämlich zwiſchen beyde Spiegelflächen, wie vorhin, ein Glaskörper geſtellet, ſo erblickt man in jeder derſelben eine oder die andere Figur, und zwar, wenn die Flächen der ſpiegelnden Gläſer eine ungleichnamige Lage haben (d. h. wenn ſie ſich unter einem rechten Winkel ſchneiden), die Figur mit dem dunkeln Kreuz in der Mitte; haben aber die ſpiegelnden Flächen eine gleichnamige Lage (d. h. ſind ſie mit einander parallel, oder machen ſie mit einander einen Winkel von 110°), ſo ſieht man die Figur mit dem hellen Kreuz in der Mitte. Hält man das direkt einfallende Licht vom zweyten Spiegel mittelſt eines Schirmes ab, ſo ſieht man im erſten Glaſe gar keine Figur. Uebrigens werden die Figuren in den Glaskörpern noch vollkommener, und die Farben noch glänzender, wenn man Spiegel von ſchwarzem Glaſe anwendet, oder auch gewöhnliche Spiegelglä-

Digitized by Google

ſer, die auf der hintern Fläche matt geſchliffen, und dann mit einem ſchwarzen Firniß überzogen worden.

Auch ein einfacher ſchwarzer Spiegel, oder ein einfacher brechender Apparat zeigt unter gewiſſen Bedingungen die farbigen Figuren in den Glaskörpern. Vor einem ſchwarzen und gegen den Horizont geneigten Spiegel werde ein Glaswürfel gehalten und ſo gewendet, daß nur zwey Seiten deſſelben vollkommen im Spiegel geſehen werden.

Steht nun die Sonne bey unbewölktem Himmel in Oſten, und wendet ſich der Beobachter gegen Norden oder Süden, und neiget das ſchwarze Glas in der Richtung gegen den Horizont, daß die nördliche oder ſüdliche Himmelsfläche als Hintergrund des Glaswürfels im Spiegel erſcheinet, ſo wird er die Figur mit dem ſchwarzen Kreuze in der Mitte erblicken. Stellt ſich hingegen der Beobachter ſo, daß ihm die Sonne im Rücken ſteht, und neigt den ſchwarzen Spiegel gegen den weſtlichen Himmel, ſo ſieht er die Figur mit dem weißen Kreuz in der Mitte. Wenn die Sonne im Weſten ſteht, ſo ſieht man dieſe Figur in dem gegen Oſten gewendeten Spiegel, und ſo immer die entgegengeſetzten Figuren, je nachdem die Sonne in Beziehung auf den Spiegel zur Seite oder im Rücken ſteht. Wird aber das Glas gerade gegen die Sonne, oder gegen den ſie zunächſt umgebenden helleren Himmelsraum gerichtet, ſo erſcheinet keine Figur in dem geſpiegelten Glaswürfel. Eben ſo wenig zeigt ſich eine Figur bey gleichförmig bedecktem Himmel im einfachen ſchwarzen Spiegel, wenn der Verſuch im Freyen oder im offenen Fenſter angeſtellet wird. Eine einfache Glasſcheibe vor dem Würfel bringt aber ſogleich, auch bey ganz bedecktem Himmel die farbige Figur hervor, obwohl nur ſchwach. Lebhafter wird das Bild, wenn man mehrere Scheiben in gehöriger Neigung vor dem Würfel ſtellt.

Aus dieſen Verſuchen folgert Herr Seebeck, daß bey einer einfachen gleichförmigen Beleuchtung des Glaswürfels und Spiegels die farbigen Figuren nicht entſte-

Digitized by Google

hen können, ſondern daß der Glaswürfel ſich jederzeit zwiſchen zwey, von einem lebhaften Licht erleuchteten, brechenden oder ſpiegelnden durchſichtigen Mitteln, oder einen brechenden und einen ſpiegelnden, befinden müſſe; und hieraus ſey klar, daß die Trübung eines lebhaften Lichtes als die erſte Bedingung der Figurenbildung angeſehen werden müſſe.

Herr D. Seebeck fand auch, daß, wenn ein polariſirter Lichtſtrahl durch einen Glaswürfel hindurchgieng, und alsdenn von einem Glasſpiegel zurückgeworfen wurde, Farbenbilder erſcheinen. Es befinde ſich nämlich ein Glaswürfel zwiſchen den beyden Spiegelgläſern (Fig. 54.) A und B, und fange den polariſirten Strahl a b auf; in der horizontalen Unterlage, auf welcher der Würfel liegt, befinde ſich eine Oeffnung von etwa 3 Linien im Durchmeſſer, durch welche das durch den Würfel durchgegangene Licht auf den Spiegel B gelangen kann; ſo wird das Auge O, wenn der Glaswürfel hin und her geſchoben wird, abwechſelnd ein helles und trübes, ein farbiges und farbenloſes Bild im Spiegel ſehen. Es ſcheint der ganze Würfel von dieſer Figur erfüllt zu ſeyn, und die Herſtellung und Wiederaufhebung der Spiegelung einzig davon abzuhangen, ob der Strahl a b ſich an einer hellen oder dunkeln, an einer farbigen oder farbenloſen Stelle der Figur im Glaswürfel befindet.

Bleibt der Glaswürfel ungeändert, und man drehet den Spiegel B horizontal um den Punkt B herum, ſo wird das Bild hell, wenn der Spiegel B nach Süd oder Nord gerichtet iſt, und der Strahl a b in der Mitte des Glaswürfels auffällt; es wird aber trüb und farbig, wenn a b ſich den Ecken des Würfels nähert. Ein ähnliches Verhalten zeigen der Glascylinder und die übrigen Glaskörper.

Die vollkommenſte Darſtellung der farbigen Figuren der Glaskörper iſt nach Seebeck folgende: Es falle das Sonnenlicht entweder direkt oder von ei-

nem Metallſpiegel reflektirt durch eine Oeffnung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll auf den ſchwarzen Spiegel A, und der Würfel werde ſo befeſtiget, daß ſeine horizontalen Seiten ganz frey und unbedeckt ſind, und von dem vollen Lichte in a b getroffen werden. Nun reflektirt der unter dem Würfel befindliche ſchwarze Spiegel B die ganze Figur des Würfels mit den lebhafteſten prismatiſchen Farben, auf einen weißen gegenüberſtehenden Schirm; und zwar, wenn die Mittagsebene für die Einfallsebene genommen wird, erſcheint in Oſten und Weſten die Figur mit dem ſchwarzen Kreuz, in der Mitte, und in Süden und Norden die Figur mit dem hellen Kreuz in der Mitte. Wird der Würfel gedrehet, während B unverändert bleibt, ſo verändert ſich die farbige Figur gleichfalls. Entfernt man den Spiegel B gänzlich, und fängt das von A reflektirte und durch den Würfel gegangene Licht mit einem Schirm auf, ſo iſt auf dieſem keine Spur einer Figur zu entdecken.

Herr Seebeck ſchließt hieraus, daß die beyden Spiegel A und B und der Würfel oder der andere Glaskörper an der Bildung der Figuren gleichen Antheil haben; daß folglich die Beſtimmungen zu jenen Figuren nicht im Strahl a b fertig liegen, ſondern daß ſie durch die äußern Bedingungen an demſelben erſt als Erſcheinungen geſetzet werden. Die erſte dieſer Bedingungen ſetzt Seebeck in eine Beſchattung und eine doppelte Beleuchtung. Indeſſen hat man nachher gefunden, daß die Erſcheinung des farbigen Bildes beym Durchgange des Lichtes durch den Glaskörper keiner zweyten Abſpiegelung bedarf. Wenn man nämlich nur den farbengebenden Glaskörper gegen den im Spiegel A reflektirten Strahl ſchief hält, ſo erſcheinet das Farbenbild mit dem weißen Kreuz in der Mitte deſto deutlicher, je ſchiefer der Winkel iſt. Es ſcheint daher in dem Glaskörper eine vollendete Wirkung dieſer merkwürdigen Erſcheinung erfolget zu ſeyn. Eben ſo wenig iſt auch bey der Reflexion im zweyten Spiegel B ein beſtimmter

Digitized by Google

Winkel erforderlich; ſondern je ſchiefer der Spiegel gegen das durch den Glaskörper durchgegangene Licht gehalten wird, deſto deutlicher zeigt ſich das Farbenbild.

Auch in natürlichen Kryſtallen erſcheinen die Farbenbilder, wie im Glaſe, wenn nur die Flächen, aus welchen ſie zuſammengeſetzet ſind, parallel laufen, und ihre Are ſenkrecht auf dieſen Flächen ſteht.

Als eine der weſentlichſten Bedingungen der Farbenerſcheinungen in Glaskörpern fand durch entſcheidende Verſuche Seebeck darin, daß, je ſchneller die glühenden Glaskörper abgekühlt werden, und daher in einem ſehr ſpröden Zuſtande ſich befinden, deſto vollkommener die Farbenbilder erſcheinen. Langſam vom glühenden Zuſtande in den ruhigen der vollendeten Kryſtalliſation übergehende ſind zur Farbenhervorbringung unwirkſam. Man hat es daher in ſeiner Gewalt, im Glaſe Farben zu erregen und zu zerſtören, nachdem man den Glaskörper im glühenden Zuſtande ſchnell oder langſam abkühlt. Uebrigens nannte Seebeck dieſe Farbenerſcheinungen entoptiſche Farben.

Herr Brewſter hat ebenfalls eine Reihe von Verſuchen mit Kryſtallen und verſchiedenen Flüſſigkeiten angeſtellet, welche den Seebeck'ſchen ähnlich ſind. Dabey bemerkte er zugleich, daß die allmählige und ungleiche Fortpflanzung der Wärme in den verſchiedenen Materien, durch welche das polariſirte Licht gieng, auf die Farbenerſcheinungen einen beträchtlichen Einfluß habe. Ferner fand Brewſter, daß ſelbſt thieriſche durchſichtige glasartige Maſſen die Eigenſchaft beſitzen, das polariſirte Licht in Farbenbilder zu zerlegen. Ja er ſowohl als auch Herr Seebeck bemerkten, daß ſogar ein ſtarker Druck vom Glaſe oder andern durchſichtigen Materien gegen einander, welche ſonſt durch polariſirtes Licht kein Farbenbild zu Stande bringen, dieſe Eigenſchaft ihnen ertheilet. Herr Biot bemerket, daß alle dieſe Erſcheinungen nach den von ihm aufgeſtellten Geſetzen der beweglichen Polariſation erfolgen.

Herr Prof. Muncke *) führet auch einige merkwürdige Verſuche über die farbigen Erſcheinungen an, welche durch polariſirtes Licht in Würfeln und Cylindern aus gemeinem, theils ſehr klarem theils etwas blaſigem Glaſe zu Stande gebracht wurden, und bemerket dabey, daß Biot in ſeiner Phyſik dieſelben keinesweges genügend erklärt, ja ſelbſt nicht einmal in ihrem ganzen Umfange richtig aufgefaßt zu haben ſcheine. Es falle ein Strahl gegen den erſten Spiegel A, welcher mit der vertikalen Linie einen Winkel von 35° 25′ mache, werde von da in der lothrechten Richtung polariſirt, und treffe den andern mit A parallelen Spiegel B, von welchem er unter demſelben Winkel ins Auge komme. Zwiſchen beyden Spiegeln befinde ſich ein Glaswürfel von etwa 18 Linien Seite. Herr Muncke fand dann folgende Erſcheinungen:

1. Das Farbenſpiel der Würfel iſt nach Verſchiedenheit ihrer Dicke, Reinheit und unvollkommenen Kryſtalliſation, ſowohl in Hinſicht der Größe, als der Intenſität der farbigen Bilder verſchieden. Sehr gut gekühlte dicke Scheiben von 3 bis 4 Linien gaben ihm ſelbſt bis zur Zahl 4 auf einander gelegt, keine farbigen Bilder.

2. Legt man den Würfel ſo, daß die eine ſeiner horizontal liegenden Kanten ſich im Meridian befindet, und der lothrechte polariſirte Lichtſtrahl von dieſer Kante bis zur gegenüberſtehenden mitten durch den Würfel fällt, ſo zeigen die beyden ſichtbaren Flächen an allen vier Ecken undeutlich gefärbte, ſchwärzliche, ins Bräunliche ſpielende Flecken, welche unter günſtigen Umſtänden prismatiſche Farben entwickeln, wobey die übrige Fläche weiß iſt, oder ein weißes Kreuz bildet.

3. Dreht man den Würfel um den lothrechten Lichtſtrahl um 45°, oder welches einerley iſt, ſo, daß ſeine in 2. bezeichnete Kante mit dem Meridian einen Azimuthalwinkel von 45° macht, ſo rücken die genannten Flecken mit Verminderung der Farbenintenſität allmählig

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. L. S. 203. ff.

bis in die Mitte zwiſchen die beyden Ecken, an den Seiten der ſichtbaren Fläche weiter. Hiernach müßten die Enden des weißen Kreuzes in den Ecken der Flächen liegen; allein dies iſt nicht genau der Fall.

4. Geht der lothrechte polariſirte Lichtſtrahl von einer Ecke des Würfels durch ſein Centrum und durch die andere Ecke, ſo ſieht man drey Flächen, welche kleiner ſind als in 3. und farbige Bilder von geringerer Intenſität zeigen. Bey der einen Fläche liegen die farbigen Flecken in den vier Ecken (wonach das weiße Kreuz durch die die Mitte geht); bey der zweyten liegen ſie etwas mehr nach der Mitte, bey der dritten völlig in der Mitte zwiſchen den Ecken, oder in der Mitte der Seiten. Daß durch eine Drehung des Würfels im Azimuth die Erſcheinungen der Flächen wechſeln, verſteht ſich von ſelbſt. Vorzüglich muß man aber dahin ſehen, daß die angegebene Lage genau iſt, weil man ſonſt die Erſcheinungen nicht auf allen Flächen mit gleicher Deutlichkeit wahrnimmt, oder gar eine Fläche kein Farbenſpiel zeigt.

5. Fällt der polariſirte Lichtſtrahl auf eine Seite des Würfels ſenkrecht, und ſo, daß der Meridian perpendikulär auf die Kante deſſelben gerichtet iſt, ſo zeigen die vier Ecken der geſehenen Fläche farbige Flecken, bey welchen die Art und Intenſität der Farbe verſchieden iſt. Im Allgemeinen erſcheint die gelbe, ins Röthliche ſpielende Farbe in der Mitte, und die blaue ausnehmend vorherrſchend. Das weiße Kreuz iſt ſehr regelmäßig und nimmt den nicht gefärbten Theil der Fläche ein.

6. Drehet man den Winkel im Azimuth um 45°, ſo weichen dieſe Flecken allmählig bis in die Mitte der Seiten, und verlieren hierbey ſehr an Intenſität. Mehr blaſiges und etwas dickeres Glas gab allezeit die intenſivſten Farben, jedoch mit unter auch bedeutende Anomalien.

7. Drehet man den untern Spiegel B bey unverändertem Würfel in den 2 bis 6 angeführten Verſuchen, im Azimuth um den lothrechten polariſirten Lichtſtrahl,

ohne den Einfallswinkel deſſelben zu verändern, ſo verſchwinden die farbigen Flecken bey 45° faſt gänzlich, zuweilen völlig, ſtellen ſich dann bis 90° allmählig wieder her, und erreichen mit dem genannten Winkel ihre vorige Intenſität wieder.

8. Hierbey gehen aber die Farben in die entgegengeſetzten über, indem namentlich in 6. die blauen inwendig zu liegen kommen, und die gelben die größte Intenſität erhalten. An die Stelle des weißen Kreuzes tritt aber ein ſchwarzes, oft ſehr regelmäßig geſtaltet, und von weiß begrenzt, oft unregelmäßig, wie namentlich bey 3. und ſo, daß beynahe die ganze Fläche, mit Ausnahme einiger weniger weißer, ins Gelbe ſpielender Flecken, ſchwarz erſcheint. Die Form und die Schwärze dieſes Kreuzes gehört nach Muncke's Ueberzeugung, unter die intereſſanteſten Phänomene der Lichtpolariſation.

9. Man erhält dieſe genannten Erſcheinungen, wenn man zu dem Spiegel A ein unbelegtes Glas oder ein Glas nimmt, welches mit ſchwarzem, in Weingeiſt aufgelöſetem Siegellak an der hintern Fläche überzogen iſt. Mit einem foliirten Spiegel konnte Herr Muncke nichts weiter als eine Trübung im Würfel erhalten, und eben ſo mit einem an der hintern Seite matt geſchliffenen Glaſe.

10. Iſt der Spiegel B eine unbelegte oder ſchwarzbelegte Spiegelglastafel, ſo zeigen ſich die genannten Erſcheinungen ſehr vollſtändig; eine matt geſchliffene Spiegelſcheibe liefert ſie gleichfalls, jedoch undeutlich und von ſehr geringer Intenſität; eine foliirte leiſtet, außer einiger Trübung, gar nichts.

11. Hat der Spiegel B gegen den polariſirten Lichtſtrahl eine ſolche Lage, daß dieſer lothrecht auf die Spiegelfläche fällt, oder daß er mit ihr parallel läuft, ſo verſchwinden die farbigen Bilder gänzlich.

12. Fängt man das in 5. beſchriebene Bild mit einer Glasſcheibe auf, ſo zeigt dieſe unter jenem Einfallswinkel daſſelbe unverändert. Stellt man aber den Spie-

gel B mit ſeiner Fläche mehr horizontal, und fängt das erzeugte Bild auf, ſo erhält man in dieſer dritten ſpiegelnden Fläche, welche C heißen kann, wenn dieſelbe mit B einen Winkel von 45° ausmacht, das compenſirte Bild von 8. ſo vollſtändig, als dort. Bey 90° und 180° verſchwinden die Farben, wobey ſich von ſelbſt verſteht, daß auch hierbey nur von Näherung und nicht von ſcharf gemeſſenen Winkeln, wie in 11. die Rede iſt. Ueberhaupt ſind dieſe Verſuche ſehr ſchwierig, weil man bey den gewöhnlichen Vorrichtungen zur Polariſirung des Lichtes den Spiegel C mit der Hand halten muß, wobey das reflektirte Licht leicht verſchwindet. Herr Muncke fand nach Verſuchen durch genaue Schätzung folgendes.

13. Wenn das in 5. genannte Bild mit einem dritten polariſirenden Spiegel C aufgefangen wird, ſo hat man daſſelbe durch Reflektion allezeit von der nämlichen Beſchaffenheit. Legt man aber den Spiegel B ſo weit horizontal, daß er mit dem polariſirten Lichtſtrahle einen doppelten Polariſirungswinkel, alſo von 70° 50′ macht, und fängt das durch denſelben reflektirte Bild mit einem dritten polariſirenden Spiegel C auf, deſſen Ebene der Länge nach von der Mittagslinie durchſchnitten, mit der Ebene des Spiegels B einen Winkel von 45° macht, ſo iſt das von C reflektirte Bild das kompenſirte von 8. in größter Schärfe und Reinheit. Drehet man aber die Ebene von C im Azimuthe ſo, daß dieſelbe mit dem Meridian einen Winkel von 90° ausmacht, ſo kommt das urſprüngliche Bild in 5. wieder zum Vorſchein.

14. Eine dem Weſen nach gleiche Erſcheinung findet ſtatt, wenn der Spiegel B anſtatt mit A parallel zu ſeyn, um den lothrechten Lichtſtrahl bis zu einem Winkel von 90° gedrehet wird, wobey es ſich indeß von ſelbſt verſteht, daß hier die Bilder, in 8. und 5. wechſeln. Bey der Drehung des Spiegels C im Azimuth verſchwinden die Farben bey 45° faſt gänzlich.

15. Iſt der Spiegel B eine unbelegte Scheibe von recht reinem Spiegelglaſe, ſo reflektirt er das farbige Bild von ſeinen beyden Flächen, und es ſcheinen die hierdurch entſtehenden beyden Bilder an Intenſität völlig gleich zu ſeyn. Man kann auf dieſe Weiſe mit noch größerer Schärfe den Parallelismus beyder Flächen prüfen, als durch ein ſonſtiges reflektirtes Bild. Herr Muncke konnte dieſe doppelten Bilder nur bey dünnen Spiegelflächen unter 1 Linie Dicke wahrnehmen.

16. Iſt der Spiegel B ein weißes klares und unbelegtes Spiegelglas, ſo läßt er, außer der Reflektion des Bildes, daſſelbe auch durch, und zwar ſo, daß man in einem polariſirenden Spiegel D gleichfalls ein Bild, unmerklich ſchwächer, als das von B reflektirte erhält. Durch eine geringe Neigung beyder Spiegel gegen einander kann man das von D reflektirte, durch B hindurchgehende Bild, mit dem von B reflektirten zur Deckung bringen, und dadurch beyde beſſer vergleichen.

17. Giebt man dem Spiegel B eine ſolche Lage, daß der lothrechte polariſirte Lichtſtrahl ſenkrecht in ſeine Ebene fällt, und fängt dann das durchgehende Bild mit dem gehörig geneigten Spiegel D auf, ſo giebt dieſer, wie in 16. ein polariſirtes Bild. Uebrigens kann man die Bilder in 16. auch vervielfältigen.

18. Läßt man den Spiegel B in 16. unverrückt, drehet aber den Spiegel D um 90° im Azimuth, ſo iſt das von ihm reflektirte Bild das compenſirte, gleich als wenn es nicht vorher durch den Spiegel B gegangen wäre.

19. Alle die genannten Erſcheinungen finden zu jeder Tageszeit ſtatt, und bey jedem Winkel, welchen die Richtung der Polariſationsmaſchine mit dem Meridian macht. Sie ſind aber unvollkommener, und die erzeugten Farben ſchwächer, wenn die Sonne noch hinter einem Berge iſt, und verſchwinden immer mehr, je größer der Winkel iſt, welchen die directen Sonnenſtrahlen mit der vordern Ebene des Spiegels A bilden. Bey einer

Digitized by Google

Richtung des Spiegels gegen die Sonne hat Herr Muncke keine polariſirten Bilder erhalten können. Dagegen macht die Höhe der Sonne am Himmel keinen bemerkbaren Unterſchied.

20. Die Beſchaffenheit des Himmels hindert die Polariſation des Lichtes nicht. Herr Muncke hat die farbigen Bilder bey ganz bedecktem Himmel und während feinem Regen, bey ganz klarem und völlig wolkenloſen Himmel ſehr deutlich erhalten, obgleich allerdings die Farben bey klarem, mit wenigen weißlichen Wolken verſehenen Himmel die größte Intenſität haben.

So viele Modificationen, bemerket endlich Herr Muncke, finden ſtatt bey dieſer einzigen Erſcheinung der Lichtpolariſirung, und ſie ſind gewiß noch nicht alle. Schwerlich werden wir nach ſeiner Meynung, ohne die Annahme von Lichtkügelchen, welchen Pole und Aequator zukommen, und ſo zu ſagen, ohne die Theorie der Acceſſe, aus dieſem Labyrinthe einen Ausweg finden.

Herr Prof. Doebereiner *) hatte wahrgenommen, daß die entoptiſchen Farben in ſchnell abgekühlten Glaswürfeln, in Bernſtein u. ſ. w. durch ſchnellen Temperaturwechſel dieſer Körper verändert werden, und daß mehrere zu einem Würfel angehäufte Platten von Spiegelglas, welches langſam gekühlt worden war, und in dem einfachen Spiegelapparate nicht die geringſte entoptiſche Erſcheinung gab, ſtets ein ſchwarzes Kreuz darſtellten, wenn ſie durch eine kaltmachende Miſchung von ſalzſaurem Kalk und Schnee möglichſt erkältet wurden, und man ſie in dieſem Zuſtande in ein geheiztes Zimmer brachte, und in jenem Apparate beobachtete. Das Kreuz erſchien nie augenblicklich, ſondern erſt nach 20 bis 30 Sekunden, es verlor ſich allmählig wieder, wenn durch die Wärme des Zimmers die Temperatur der Glasplatten allmählig ſtieg.

---

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. LVII. S. 331.

Herr Doebereiner frägt hiebey, iſt dieſe Erſcheinung nicht ſehr analog dem elektriſchen Verhalten des Turmalins, des Boracits u. ſ. w. bey Veränderung der Temperatur derſelben?

Endlich bemerket er noch, daß Glaswürfel, welche die glänzendſten entoptiſchen Farben zeigen, auf folgende Art erhalten werden. Man laſſe das cylindriſche Stück eines Glasſtöpſels durch Schleifen auf dem Schleifſtein in einen Würfel umformen, lege dieſen auf ein Platinblech, und umgebe daſſelbe allmählig überall mit glühenden Kohlen, die man anfache, bis der Würfel hellroth glühet. In dieſem Zuſtande nehme man ihn aus dem Feuer und laſſe ihn auf dem Platinblech in freyer Luft erkalten.

Herr J. W. Pfaff *) hat auch gefunden, daß unter die Kryſtalle, welche die Farbenbilder erzeugen, das Eis mit gehöret. Wenigſtens ſahe er auf eine ausgezeichnete Weiſe, als das vom heitern Himmel abſtrahlende Licht durch die mit den blumigen Eiskryſtallen belegten Fenſterſcheiben fiel, farbiges Spiel, wenn ein zweyter Spiegel zum Ab- oder Durchſpiegeln des Bildes angewendet wurde. Die Farbenveränderungen zeigten ſich wieder mit der verſchiedenen Stellung des zweyten Spiegels nach den Weltgegenden und der Anlagerung der Kryſtallfiguration an ſich.

Um mehrfache Farbenbilder durch Spiegelung und Anſpiegelung in einer und derſelben Glastafel zu erhalten, ſind nach Herrn Pfaff die ſchiefſten Winkel nothwendig. Beſonders entſtehen ſie von einem leuchtenden ſtark wirkenden Gegenſtande. Man denke ſich den Spiegel als eine runde Scheibe, der unendlich wenig gegen den Lichtſtrahl ſich neiget, ſo entſtehet eine Reihe von 3, 4, 5 Bildern neben einander, die an Licht abnehmen, wohl auch ihre Farbe modiſiciren. Nun drehe man die

*) Das Licht und die Weltgegenden ſammt einer Abhandlung über die Planeten-Conjunctionen. Bamberg, 1821. 8.

Spiegelſcheibe um ihr Centrum, ohne ihre Neigung gegen den Strahl zu ändern, ſo werden ſich die vielfachen Bilder im Spiegel bewegen; wenn der Spiegel ſich um einen Halbkreis beweget, ſo werden ſie, wenn ſie alle vorher links von dem Erſten abgeſpiegelt ſtanden, nun rechts ſtehen; in den Zwiſchenſtellungen werden ſie, aber nur wenig, ober- und unterhalb des Spiegelbildes zu ſtehen ſcheinen. Herr Pfaff fand es bey Spiegeln von verſchiedenem Durchmeſſer ſo. Je ſchiefer der Einfallswinkel, deſto deutlicher.

Noch deutlicher iſt aber der Verſuch mit den vielfachen Bildern in der wiederholten Spiegelung wenn man zwey Spiegel auf einander legt. Jeder für ſich giebt eine Reihe vielfacher Bilder, deren Stellung von den Weltgegenden abhängt. Legt man ſie ſo auf einander, daß die Axen beyder nach den Weltgegenden gerichtet ſind, auf gleiche Weiſe, ſo werden ſie nur eine Reihe vielfacher Bilder geben; dreht man nun einen von den zwey Spiegeln, ſo wird ſich jedes Bild zu verdoppeln ſcheinen, weil bey der Drehung die Reihe Bilder im gedachten Spiegel ihre Stellung ändert, alſo jedes der vielfachen Bilder gegen die vielfachen Bilder aus der Reihe des erſten unbewegten Spiegels, oder vielleicht, es werden die vielfachen Bilder des erſten Spiegels auf den zweyten nach ſeiner verſchiedenen Stellung in den Weltgegenden wieder abgeſpiegelt auf verſchiedene Weiſe.

Mit den Erſcheinungen der Farbenbilder, welche durch polariſirtes Licht erzeuget werden, bringt Herr Pfaff die merkwürdigen Farbenringe, die ſich beſonders an Seifenblaſen zeigen, in Verbindung. Pfaff hat dieſelben in ſeiner ſtufenweiſen Entwickelung vollſtändig zu beobachten geſuchet, und dies iſt ohne Zweifel nöthig, um auf den wahren Grund ihrer Entſtehung zurückzukommen. Um das Farbenſpiel der Seifenblaſen auf ſolche Art am einfachſten beobachten zu können, bringt Herr Pfaff eine Seifenauflöſung in größere oder kleinere Flaſchen etwa ⅓ des innern Raums; die Geſtalt der

Flaſchen iſt am beſten ſchwach kegelförmig, nämlich vom Boden an gerechnet. Man verſchließt die Flaſche, ſchüttelt das darin befindliche Seifenwaſſer, ſo wird ſich bald ein etwas concaves Blättchen, bald größer, bald kleiner, ausſpannen, das nun bey ſeiner Verdünſtung durch das helle Glas der Flaſche leicht beobachtet werden kann. Die Flaſche ſteht auf einem Geſtell mit drey Stellſchrauben, ſo daß man ſcharfe Horizontalität des Blättchens oder jede Neigung deſſelben gegen den Horizont hervorbringen kann. Dieſen Apparat hält Herr Pfaff wegen ſeiner Einfachheit für den Fundamental-Apparat in der Farbenlehre. Er iſt einfacher als das Prisma; er hat mehr Farben als daſſelbe; er hat einige ganz rein mit ihm gleich; er läßt ſich, wenn die Flaſche verſchloſſen, auf unbeſtimmte Zeit aufhalten; im Moment iſt die Farbenerſcheinung da; u. ſ. w.

1. Wenn ſich eine Lamelle von einer Seifenblaſe durch Adhäſion an den Wänden des Gefäßes gebildet hat, ſo iſt ſie mehr oder weniger concav, d. h. die Tiefe nach dem Boden des Gefäßes gekehrt. Vermittelſt des Fußgeſtelles muß man alsdann unterſcheiden, ob ſie mit ihrem adhärirenden Ringe horizontal geſtellet ſey, oder ob ſie eine mehr oder weniger große Neigung gegen den Horizont beſitze. Zuerſt zeiget ſich auf der farbenloſen waſſergrauen Fläche eine eigenthümliche wellenförmige Bewegung unregelmäßiger Theile; alsdenn erſcheinen an den höchſten Stellen farbige Kreisbogen. Beſonders ſtrömen an der Peripherie des Blättchens farbige Ströme herauf, aus dem Mittelpunkt der Concavität entwickeln ſich eigenthümliche Figuren, welche ſich erheben und in kreisförmige Linien enden; ſie ſind verſchiedenfarbig, und trennen ſich in Zweige oder ſpalten ſich ganz. Je geiſtiger die Miſchung, deſto ſchneller und beweglicher ſind dieſe Erſcheinungen, und dauern zum Theil während des ganzen Verlaufs des Blättchens fort. Die farbigen Kreiſe ſind anfangs an der höchſten Stelle enge zuſammen gedrängt; die Krümmung der Kreisbogen, oder

vielmehr ihre größere oder geringere Annäherung zum Kreiſe in ſeinem Umfange hängt einzig von der Concavität des Blättchens und von ſeiner Neigung gegen den Horizont ab; der Mittelpunkt der Concavität iſt immer der tiefſte Mittelpunkt aller Kreiſe, welche aber nicht immer vollkommene Kreiſe, ſondern Kreisbogen ſeyn können, deren Radius den großen Radius des Blättchens unendlich weit übertreffen kann. Ja der Radius dieſer Kreisbogen kann wirklich unendlich ſeyn; dann erſcheinen dieſelben als parallele Streifen geradlinigt, der kreisförmige Farbengürtel wird ein farbiges Band mit parallelen geraden Grenzlinien. Die Kreiſe erſcheinen nun bey der fortſchreitenden Entwickelung vielfältiger, und breiten ſich immer weiter aus; ſie ſcheinen wie über die Flaſche fortzuſchreiten, man ſieht die Bewegung, die anfangs ſchnell iſt; die einzelnen Farben dehnen ſich aus, und es beginnt nun allgemein die Reihe von Erſcheinungen, welche die Entwickelung und das Ende begleiten, die aber wieder verſchieden ſind nach der Lage des Blättchens, und nach dem Wechſel ſeiner Lage. Sonſt iſt zu bemerken, daß das Geſetz der concentriſchen Kreiſe oder Gürtel ein allgemeines iſt, ganz unabhängig von der Geſtalt des Gefäßes. Ein convexes Blättchen, das gewölbartig auf dem Horizont aufſteht, hat in ſeiner Entſtehung ähnliche Geſetze; vom Horizont hinauf ſteigen auf die erhabene Fläche die farbigen cometenartigen Geſtalten, nachdem die ſpiralförmige Bewegung vorher auf der waſſergrauen Fläche entſtanden; mit mehr oder weniger Schnelle ſammlen ſich die vorher regellos umher ſich ſetzenden Geſtalten in concentriſche Gürtel, deren Mittelpunkt nun oben der höchſte Punkt iſt.

2. Die Entwickelung, oder die allmählige Zerſtörung eines Blättchens, in irgend einem Zuſtande der Ausſpannung und der Neigung gegen den Horizont ſcheint ſich nach Herrn Pfaff überhaupt in drey Formen zu äußern; die ſich wohl auf den mechaniſchen Zuſtand nicht allein, ſondern auf das Princip der Verdünſtung, auf

Temperatur-Aenderung, auf Cohäſions-Zuſtand, und auf die Rolle, welche das frey werdende Waſſer ſpielt, beziehen mögen.

Was die erſte Form betrifft, ſo iſt dieſe wohl entſchieden, und im allgemeinen die Normalform. Es beginnt nämlich ein allgemeines Zurückziehen, ein Hinſtreben nach dem Centrum aller farbigen Gürtel, welche ſich immer weiter von der Peripherie des Gefäßes entfernen; nun erſcheinet rings herum ein Weiß, welches gleichſam der Rand der farbigen Inſel iſt; auch dieſer löſet ſich von den Wänden des Gefäßes, und die ſchöne Farbeninſel ſchwimmt nun mit ihrem ſilberweißen Rande auf einer dunkeln Fläche, gleichſam ihrem Träger. Die äußern Gürtel breiten ſich bey ihrem Rückſchritte gegen das Centrum aus, die innern ziehen ſich zuſammen, verſchwinden, allmählig iſt nur ein Gürtel übrig, endlich nur eine letzte weiße herrliche Scheibe; auch dieſe verſchwindet, und das abſolut Farbenloſe, auf welchem ſich das Ganze Farbenſpiel zurückgezogen, welches aus drey Gürteln beſtand, in welchen man Roth, nach außen zu Gelb, nach innen Blau unterſchied, iſt entweder ganz unabhängig, oder mit nachbarlichen Gürteln vermiſcht; die Gürtel gegen das Centrum ſind wegen inniger Vermiſchung nur als rothe und grüne ſichtbar. Die Dauer des Phänomens kann von wenigen Minuten bis auf mehrere Tage ſich erſtrecken.

Die zweyte Form iſt nach Herrn Pfaff, kurz ausgeſprochen die entgegengeſetzte der erſten; die Bedingungen, unter welchen ſie erſcheinet, ſind ſchwer zu beſtimmen. Nachdem die concentriſchen Gürtel ſich alle gebildet haben, ſo fängt an dem äußerſten weißen Rande der Inſel auf dem ſchwarzen Grunde eine (bisweilen ſichtbare) Bewegung an, von außen verſchwinden die farbigen Gürtel; es iſt, als wenn ſie ſich in einzelne Elemente auflöſeten, und über die andern niedern Gürtel wegſtürzten; am Ende bleibt meiſt das Centrum der

Inſel ein waſſergrauer Tropfen, umgeben mit einem einfarbigen Rande. Die letztern Gürtel entwickeln ſich dann auf ihre Weiſe wieder weiter, meiſt farblos verdünſtend; bisweilen fängt ein neues Farbenſpiel wieder an.

Die dritte Form ſcheint durchaus die Bedingung vorauszuſetzen, daß auf einem concaven Blättchen im tiefſten Punkte ſeiner Concavität ein Tropfen freyen Waſſers ſich ſammlet, der die Spannung der entferntern Punkte modificirt, oder durch verſtärkte Adhäſion wirkt. Nämlich nur einige der äußern Gürtel entſtehen um einen ausgebreitetern farbloſen Waſſerkern; ſie contrahiren ſich auf eine auffallende Weiſe ſo ſehr, daß das Auge die Mitten des erſten und zweyten Ringes, von Roth urſprünglich gebildet, nur noch als unendlich feine dunkle Linie gewahr wird, zwiſchen welcher eine feine höchſt deutliche weiße ſich etwas ausbreitet. Bisweilen erſcheinet der äußerſte Rand wie aus einem breiten weißen doppelten Saume beſtehend, der durch eine feine dunkele Linie getrübt iſt. Nachdem dieſe Entwickelung am äußern Rande vorgegangen, haben ſich inzwiſchen aus dem farbenloſen Innern die niedern Gürtel entwickelt. So ſchreitet das Ganze dem Centrum zu; die äußern Gürtel verengern ſich ſo, daß ſie oft nur als ein unendlich feiner Rand um das Innere erſcheinet, der die weitere Entwickelung begleitet. Die gänzliche Zerſtörung iſt dann wie bey der zweyten Form.

3. Beſonders merkwürdig iſt noch die dunkele farbenloſe Fläche, auf welcher das ganze Farbenſpiel ſich beweget, welche alle jene angeführten Elementar-Veränderungen gleichſam träget, und zu unterhalten ſcheinet. Nach Herrn Pfaff iſt dieſe Fläche als Grundlage das rein Mechaniſche. Ihre Cohäſion iſt außerordentlich, indem oft große Waſſertropfen in ihrem Centrum hangen. Sie iſt farbenlos, ſchwach reflektirend, ſchwarz, grau; es iſt kein Uebergang von dem letzten weißen, hellen, ſcharfen Rand der Farbengürtel. Aber darum iſt die

innere Conſtitution dieſer dunkeln Fläche doch verſchieden, namentlich von der Reinheit der Auflöſung, von ihrer Sättigung, von Miſchungen fremdartiger Stoffe. Ihre verdunſtende Kraft muß außerordentlich geringer geachtet werden, als die der farbigen Stoffe. Halbe Wochen lang hat Herr Pfaff dieſe dunkele, faſt unſichtbare, Fläche unverändert geſehen, nachdem vorher alles übrige verſchwunden. Die Farbeninſel kommt bisweilen in Bewegung; oder es ziehen weißliche Wolken umher, es ſammlen ſich einzelne glänzende Scheibchen; perlenartig an einander gereihete elementar- kreisrunde Flächen u. ſ. w.

4. Allen bisher erzählten Erſcheinungen ſcheint ein eigenthümliches Naturgeſetz untergelegt zu ſeyn. Herr Pfaff hat mehrere Male auf die ſchwarze Fläche, nachdem all das leichte Farbenſpiel verſchwunden war, durch Zuſatz eines kaum merkbaren Theils vom Flüſſigen alle die vorigen Erſcheinungen wieder hervorgebracht mit einigen wenigen unbedeutenden Ausnahmen.

5. Dieſen Erſcheinungen zu Folge ſind nach Herrn Pfaff die allgemeinen Geſetze derſelben folgende:

Die Erſcheinung der Farbengürtel auf dem höchſt feinen Blättchen iſt eine Erſcheinung des Verdünſtens von einer dunkeln Fläche hinweg.

Die Bildung der farbigen Gürtel kann jedem abgeſonderten kleinſten Element des ätherisch wäſſerigen Waſſertropfens, der ſich über die dunkele Fläche ausbreitet, zukommen.

Die Menge der ſichtbaren Farbengürtel iſt unbeſtimmt.

Für die Dimenſionen der einzelnen Gürtel, für ihr Verhältniß zu einander, läßt ſich kein allgemeines Geſetz angeben, weder im Entſtehen noch im Entwickeln.

Die Anlagerung geſchiehet immer in Kreiſen oder Kreisbogen, was auch das Gefäß für eine Geſtalt beſitzt, an deſſen Wänden durch Adhärenz das ausgeſpannte Blättchen ſich hält.

Digitized by Google

Einfluß der Concavität, der Neigung des Blättchens gegen den Horizont, auf die Verhältniſſe der Farbengürtel iſt weſentlich.

Ein ſich neigendes Blättchen mit ebener Fläche, ohne alle Concavität, würde ſeine Gürtel in geraden Linien bilden, d. h. als Bogen, deren Radius unendlich groß iſt.

Der Anfang der Farbenentwickelung iſt das Graue der Wäſſerigkeit, das Ende der verdünſtenden ein klares Weiß.

Die Dauer des Phänomens iſt unbeſtimmt, ſteht aber in Beziehung auf Temperatur, und die innere Beweglichkeit des Verdünſtenden.

Der Verlauf des Ganzen in ſeinen Entwickelungen erleidet verſchiedene Modificationen; wie auch ſelbſt die einzelnen Farben beym weitern Auseinanderrücken der Gürtel einige Abſtufungen durchgehen.

Während der Entwickelung wird Waſſer frey, das bey hohler Fläche ſich im Centrum ſammlet, aber wiederum auf die dunkele Fläche ſich verbreiten läßt, und ein neues Syſtem farbiger Gürtel wieder zu Stande bringt. Dieſes Geſetz der Wiederherſtellbarkeit zeigt ſich auch darin, daß man nach vollendeter Verdünſtung neue Waſſertropfen auf die dunkele Fläche als Grundlage ausbreiten kann.

Eine chemiſche Veränderung wird nicht bey allen fortgeſetzten Verſuchen in der wäſſerig- ätheriſchen Flüſſigkeit eingeleitet.

6. Aus dieſem beſchränkten Phänomen treten nach Herrn Pfaff zwey Hauptgeſetze hervor, nämlich das Geſetz der concentriſchen Farbenanlagerung, und das Geſetz der Verdünſtung von einer aus der Flüſſigkeit frey ſich abſcheidenden Fläche. Er glaubet behaupten zu können, daß Waſſer, wenn es von irgend einer Fläche verdunſtet, dabey farbenlos bleibe, da im Gegentheil Terebintenöhl von der Waſſerfläche verdunſtend unbedingt das ſchönſte Farbenſpiel darſtelle.

7. Uebrigens leitet ein jedes Blättchen einer Seifenblaſe eine Doppelſpiegelung ein, und zwar unter jedem

Winkel. Seine Farben ſelbſt werden durch die Richtung des zweyten Spiegels in ihrem Weſen nicht geändert, ſie verſchwinden allmählig nach dem Geſetze des Minimums der zweyten Abſpiegelung.

Herr Pfaff hielt noch folgende drey Fragen zu unterſuchen für wichtig, die erſte über das Syſtem der concentriſchen Ringe, wie weit es ſich nach dem Centrum ausbreite, die zweyte über die Wechſelwirkung der zwey Flächen einer Seifenblaſe, die als ein doppelſpiegelndes Syſtem angeſehen werden kann, von zwey ſpiegelnden Flächen, und die dritte, was wohl entſcheidender ſeyn könne, über den Uebergang dieſer Fläche in den ſtarren Zuſtand mit ſammt ihren concentriſchen Farbengürteln.

Was die erſte Frage betrifft, ſo glaubt Herr Pfaff aus ſorgfältigen Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß die Reihe der concentriſchen Ringe ins Unbeſtimmte gedacht werden könne. Wenn man nämlich auf ein größeres, wenig concaves, Blättchen der verdünſtenden Auflöſung, das matte Licht der Flamme einer Wachskerze fallen läßt, ſo erſcheinen mit einer außerordentlichen Schärfe, mit der größten Deutlichkeit, vom Centrum aus concentriſche Kreiſe, abwechſelnd hell und dunkel, farblos in verſchiedenen Breiten, von der höchſten Zuſammendrängung, und dann auch der breiten Ausdehnung; ſie folgen der Bewegung des Centrums.

In Anſehung der zweyten Frage nehme man eine große gläſerne Flaſche, die oben mit einem Kork verſchloſſen iſt, durch welchen eine gläſerne Röhre geht; dieſe ſteht auf dem Teller einer Luftpumpe, um eine Blaſe aus der ätheriſchen wäſſerigen Auflöſung zu bilden, welche in die Glasröhre gebracht iſt, vermittelſt des äußern Luftdrucks. Die gläſerne Flaſche iſt von innen und von außen mit einem ſchwarzen Pigment überzogen, nur an zwey entgegengeſetzten Stellen kann das Tageslicht auf die Blaſe geworfen und von da ins Auge gebracht werden. Sobald nun die Blaſe ausgedehnt iſt, zeigen ſich die farbigen Gürtel auf dem Punkte anfan-

gend, wo ſie aufgehängt iſt. Aber auf der dem Auge entgegengeſetzten Seite der Blaſe, gerade, wenn es dem einfallenden Lichte gegenüber ſtehet, erſcheinen, ſchief durch das Centrum der Dunſtkugel, zwey entgegengeſetzte horizontale Reihen von farbigen Gürteln, in ganz anderer Entwickelung begriffen, als die concentriſchen Ringe der verdünſtenden ſphäriſchen Fläche. Aus dieſer Erſcheinung folgert Herr Pfaff, daß ſie ſich ohne Zweifel auf Doppelſpiegelung unmittelbar beziehe.

Um die dritte Frage gehörig zu beantworten, ſetzte er die ausgebreitete Fläche einer ſtarken Kälte aus, und beobachtete den Verlauf. Nur drey Anſichten ergaben ſich ihm: die erſte war die Art und Form der Kryſtalliſation von den Rändern des Glaſes aus, und die ſchnellere oder langſamere Verbreitung. Das zweyte war die Frage, ob die Kryſtalliſation auf der unkryſtalliſirten dunkeln Fläche vorgeht, und ob der Kryſtall zum Flüſſigen wieder hergeſtellet werden kann; letzteres hatten ſeine Verſuche unbedingt entſchieden, und beſtätigte daher die Möglichkeit des andern. Drittens war immer der Erfolg der Kryſtalliſation ein durchaus farbloſer Kryſtall, der ſeine Farben allmählig verliert, ſpäter aber als das erſte Beginnen der Kryſtalliſation ſich zeigt. Es ſieht aus, wie wenn aus dem Kryſtall die Farbe wegdünſtete.

Daß die Farben der Seifenblaſen mit den Farbenbildern, die durch Abſpiegelung oder Durchſpiegelung des polariſirten Lichtes erzeuget werden, eine auffallende Aehnlichkeit und Uebereinſtimmung haben, iſt von Herrn Pfaff auf folgende Art beobachtet worden. Er ſtellte eine ſehr feine Fläche der Seifenauflöſung ſo her, daß die Entwickelung der farbigen Gürtel langſam von ſtatten gieng. Hier ſahe er deutlich, daß das Bild der Fläche mit den concentriſchen Farbenringen ſich von der ätheriſchen Flüſſigkeit, über welcher ſie in der Flaſche ſich ausſpannt, mit den entgegengeſetzten Farben ſich abſpiegelt; ja daſſelbe entgegengeſetzte Bild ſpiegelt ſelbſt von einer geneigten farbigen Fläche, die ſich unter-

Digitized by Google

halb der erſtern befindet, zurück; in beyden Fällen wird das Tageslicht als von oben einfallend angenommen.

Erſter Gürtel. Das erſte Roth, zwiſchen Kolombin und Kirſchroth; umgeben mit Honiggelb, das ſich ins Weiße allmählig durch lichteres Braun verliehrt, und gegen das Centrum zu mit Blau von der größten Reinheit, das ſich von der dunkelſten Tiefe rein ins Weiße herabwärts ausbreitet und verliert.

Der Gegenſatz dieſer drey Farben nach andern Weltgegenden, oder als abklingend im Auge, oder in der Abſtrahlung und Durchſtrahlung iſt folgender:

Ein Grün mit viel Gelb iſt mit einem Blau, das etwas Roth hat, und ſich in das Graue nach außen verlieret, nach außen umgeben, nach innen mit einem brennenden, vom Braunen ausgehend, hochgelblich Scharlachroth.

Zweyter Gürtel. Ein ſich dem reinen Karmeſinroth näherndes Roth, ſeine Intenſität iſt von größerer Helligkeit, als das des erſten Gürtels, es iſt hinauswärts umgeben mit dem abſolut reinen Citronen- oder Goldgelb, von der zarteſten Klarheit und Durchſichtigkeit; nach innen zu mit Blau, das an den Grenzen des Rothen dunkel, aber wie mit Grau gemiſcht, erſcheint, überhaupt nicht die Klarheit hat, wie das Blau des erſten Gürtels, ob man gleich keine beſondere Miſchung in ihm entdecken kann.

Der Gegenſatz dieſes Gürtels iſt:

Dem reinſten Gelb entſpricht ein Veilchenblau, doch mit ziemlich viel Roth, es folgt ein Grün mit viel Gelb, aber klar; dies verliert ſich ins Gelbrothe, aber ein ſehr lichtes und verwaſchenes.

Vom dritten Gürtel an miſchen ſich allmählig die Farben; das Gelbe iſt durch Miſchung mit vorhergehendem Gürtel zu einem ſehr hellen Zeiſiggrün, das ſich herabwärts immer von Grünem mehr entfernt; ihm folgt ein fahles pfirſich blutroth, das Blau jenſeits iſt verſchwunden.

Digitized by Google

Der Gegenſatz iſt die Miſchung von Roth und Blau, dem Zeiſiggrün entſprechend, das durch ein mildes Grasgrün mit großer Verdünnung begleitet iſt. Jetzt fängt blos eine Auseinanderfolge von Grün und Roth an, dem immer im Gegenſatz ein Roth und Grün entſpricht; aber es zeigen ſich doch einige Schattirungen an einzelnen Stellen der Gürtel.

Dieſe drey erſten Gürtel enthalten gewiſſermaaßen die Fundamentalfarben mit ihren Gegenſätzen. Das herrliche Blau mit dem Gegenſatz des Scharlachs im erſten Gürtel; das reinſte Goldgelb mit dem Veilchenblau; das herrliche Smaragdgrün mit ſeinem Gegenſatz Carmin, das ſich am Roth des erſten Gürtels anſchließt.

Es finden ſich nun dieſelben Ordnungen in Seebeck's Glaswürfel, in den Kryſtalliſationen, in dem flüſſigen Aetheriſchen, in verdünſtender Kampferauflöſung u. ſ. w. Uebrigens iſt die Begrenzung der Farben ſchwer zu beſtimmen, und die Uebergänge ſind wirklich unbegreiflich an den meiſten Gürteln, ausgenommen, wo ſie ſich in das Weiße, beyde entgegengeſetzt, verliehren.

Von dieſen Farbengürteln iſt noch zu merken, daß ſich die Abſpiegelung mit der Durchſpiegelung zu verbinden ſcheinet. Die Farbe der Gürtel iſt nicht feſt an der Stelle, an eine gewiſſe Entfernung von Centrum gebunden, oder unveränderlich für jede Abſpiegelung. Der Winkel der Abſpiegelung entſcheidet über die Natur der Farbe, ausgenommen das letzte ſcharfe Weiß, der letzte Rand der verglimmenden Farbeninſel, dieſes iſt bey jedem Winkel unveränderlich; alle übrige Farben nehmen an Klarheit, an Reinheit zu, je ſchiefer die Zurückſtrahlung oder die Durchſtrahlung iſt, oder gehen in die nächſt höhere Farbe über, ja wohl erheben ſie ſich um mehrere Stufen.

Herr Pfaff ſagt, die farbigen Gürtel ſind zum Theil rein prismatiſch, zum Theil aber eigenthümliche, und iſt der Meynung, daß alle bisher angeführten Erſcheinungen nach Newton's Farbentheorie gar nicht er-

kläret werden könnten. Er ſucht ſogar dieſe Theorie gänzlich zu zerſtören und der Theorie des Herrn v. Goethe zu huldigen. Seine angeführten Gründe hier beyzubringen, würde zu weitläuftig ſeyn. Ich begnüge mich, nur einige wenige Bemerkungen dabey zu machen. Ob es gleich gar keinem Zweifel unterworfen iſt, daß mehrere Erſcheinungen, welche unter den ſo ſehr verſchiedenen angeführten Umſtänden bey der Entſtehung von Farben ſich zeigen, der von Newton aufgeführten Farbentheorie nicht anpaſſend zu ſeyn ſcheinen, ſo iſt aber dies meines Erachtens noch kein Grund, dieſelbe als grundlos zu verwerſen. Dieſe Theorie gründet ſich auf Thatſachen, welche ſchwerlich von einem gründlichen Phyſiker als blos ideal hingeſtellte Hypotheſen betrachtet werden können. Newton war gewiß ein Mann, der nichts behauptete, was nur auf ſeichten Gründen beruhete. Paſſen daher auch nicht augenblicklich alle Phänomene, welche Farben zeigen, in dieſe Theorie, ſo laſſen ſich noch weit mehrere Gründe gedenken, wodurch das Licht, welches durch die ſo äußerſt mannichfaltigen durchſichtigen Körper entweder hindurchgehet, oder von ſelbigen abgeſpiegelt wird, in ſelbigen durch Anziehung oder Abſtoßung unendlich viele Modificationen erleiden muß, wodurch alle dieſe farbigen Erſcheinungen mit Beybehaltung der Newton'ſchen Theorie erfolgen müſſen. Ein ſorgfältiges Beobachten über alle Umſtände, welche bey ſolchen Erſcheinungen zugegen ſind, wird den Schlüſſel zu dieſen Geheimniſſen der Natur liefern; nur muß man frey und unbefangen, durchaus von gar keiner Hypotheſe im Voraus eingenommen, an das Werk gehen. Ueberdem zweifle ich auch, daß ſelbſt nach der neuern angenommenen atomiſtiſchen Lehre, welcher beſonders die franzöſiſchen Phyſiker und Chemiker, und nach dieſen auch andere gehuldiget haben, die Geſtalt der Lichttheilchen, die man als Kügelchen mit wirkſamen Polen betrachtet, zur Erklärung dieſer merkwürdigen Phänomene viel beytragen werde. Wenigſtens mir

ſcheint es, daß den den Materien inhärirenden Kräften die alleinigen Gründe der angeführten Erſcheinungen, als Wirkungen derſelben, zugeſchrieben werden müſſen.

Ich führe noch eine Hypotheſe über die Entſtehung des prismatiſchen Farbenbildes an, welche mit der Erzeugung der Farben in einem dünnen durchſichtigen Blättchen und mit den polariſirten Farben in einer Verbindung zu ſtehen ſcheint, obgleich die Polariſation des Lichtes mehrere Jahre ſpäter iſt entdecket worden. Dieſe Hypotheſe rührt vom Herrn Prechtl her *). Dieſer behauptet nämlich eine Identität des Licht- und Wärmeſtoffs. Hiernach trennt ſich ein Strahlenbüſchel durch das Prisma in verſchiedene farbige Strahlen dadurch, daß die Stärke der ſtrahlenden Kraft des Wärmeſtoffs in Lichtform bey dem Durchgange durch das Prisma in den verſchiedenen Theilen ſtufenweiſe vermindert wird; ſo daß alſo die farbigen Strahlen durch die verſchiedene Verminderung der ſtrahlenden Kraft verſchiedener Theile des in Bewegung geſetzten Wärmeſtoffs hervorgebracht werden. Unter den prismatiſchen Strahlen hat daher einer die größte, und ein anderer die kleinſte Beweguug unter den übrigen. Nun erwärmt aber das Licht nur in ſofern, als deſſen ſtrahlende Kraft durch die Grundlage elidirt wird, und es iſt deutlich, daß, wenn bey verſchiedenen Strahlen verſchiedene Geſchwindigkeiten der Bewegung vorhanden ſind, die ſtrahlende Kraft derer von gleichen Grundlagen am ſchnellſten elidirt werden kann, welche die geringſte Bewegung haben: Strahlen, welche die geringſte Bewegung haben, müſſen folglich die Körper, auf welche ſie fallen, am meiſten und ſchnellſten erwärmen. Zur Ausmittelung dieſer Bedingung dient der bekannte optiſche Erfahrungsſatz: daß die brechbarſten Strahlen zur Zurückwerfung am geneigteſten ſind, und umgekehrt diejenigen, die ſich am weniſigſten brechen, die geringſte Tendenz zur Reflexion beſitzen. Da nun offenbar unter den farbigen Strahlen ſich die

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XX. S. 323. ff.

am leichteſten müſſen zurückwerfen laſſen, welche die geſchwindeſte Bewegung haben, ſo haben diejenigen Strahlen die geringſte Bewegung, welche am wenigſten brechbar ſind, und umgekehrt. Da nun der Erfahrung gemäß die Brechbarkeit von den rothen bis zu den violetten Strahlen zunimmt, ſo iſt die Bewegung der rothen Strahlen die geringſte, die Bewegung der violetten die größte, und unter den prismatiſchen Strahlen müſſen daher die rothen am meiſten, die übrigen nach dem Grade ihrer Brechbarkeit weniger, die violetten am wenigſten erwärmen. Man ſieht, wie aus dieſer Hypotheſe a priori hervorgehen kann, was Rochon, Herſchel und andere durch Verſuche gefunden haben.

Da alſo die rothen Strahlen unter allen die geringſte Bewegung haben; die Verminderung einer Bewegung überhaupt aber nicht bis zu einer beſtimmten Grenze ſtatt finden kann, ſondern ins Unendliche abnehmen muß; ſo müſſen nach der einen Seite der rothen Strahlen noch mehrere Strahlen in Abſtufungen vorhanden ſeyn, wovon die nächſten noch eine geringere Bewegung als die rothen ſelbſt haben, die aber als Strahlen für das Auge gar nicht mehr ſichtbar, obgleich ihrer noch langſamern Bewegung wegen noch mehr erwärmend, als die rothen ſelbſt, ſind. Diejenigen Strahlen, welche um den violetten liegen, und eine geringere Bewegung als dieſer haben, ſind nicht, wie jene, unſichtbar, ſondern ſie ſind die an die violetten zunächſt angrenzenden blauen Strahlen. Auf der entgegengeſetzten Grenze der violetten ſind gar keine vorhanden, da ſie ſonſt farbig erſcheinen müßten. Daher mußte in D. Herſchel's Verſuchen in einer kleinen Entfernung von den rothen Strahlen das Thermometer höher ſteigen, als ſelbſt in den rothen, und ſtufenweiſe mit der Entfernung fallen, an der einen Grenze der violetten hingegen gar keine Wirkung erfolgen.

Daher erklären ſich nach Herrn Prechtl wieder mancherley Erſcheinungen z. B. die des Glühens, äußerſt

Digitized by Google

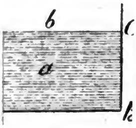
conſequent und einfach. Wird nämlich einem Körper durch äußere Erhitzung Wärmeſtoff zugeführet, ſo ſteigt die Elaſticität des demſelben mitgetheilten Wärmeſtoffs in dem Grade der äußern Temperatur; der Wärmeſtoff dringt in unſichtbaren Strahlen aus dem Körper, bis endlich die Bewegung des ausdringenden Wärmeſtoffs ſo groß wird, als zu einem ſichtbaren Strahle von der geringſten Bewegung erforderlich iſt. Daher iſt die Farbe des Körpers, da er zu glühen anfängt, roth, und wird immer heller, je mehr ſeine Hitze zunimmt, wenn gleich nur ſelten in den Abſtufungen der Farben, da von der Glühehitze an die Temperatur der Körper ſich ſchneller erhöhet, oder die Bewegung des ausſtrömenden Wärmeſtoffs ſchneller zunimmt, als nach den geringen Abſtufungen bey den farbigen Strahlen.

Die Summe der Erwärmung der prismatiſchen Strahlen auf einer beſtimmten Fläche muß natürlich geringer ſeyn, als die Erwärmung des weißen Strahls auf derſelben Fläche; denn da es weder vollkommen durchſichtige noch vollkommen reflektirende Körper giebt, ſo wird beym Einfallen des Strahlenbüſchels in das Prisma ſowohl ein kleiner Theil des Strahles reflektirt, als auch ein Theil beym Durchgange durch das Glas von demſelben abſorbirt.

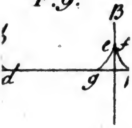
M. ſ. Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XXXIX. S. 206. ff. B. XLVII. 212. ff. B. LI. S. 246. ff. B. LVI. 296. ff. B. LVII. S. 203. ff. Schweiger's neues Journal der Chemie und Phyſik B. VII. S. 285. ff. B. XII. S. 1. ff. B. XVII. S. 148. ff. Traité de physique experiment. etc. p. *Biot*. To. IV. *Mayeri* comment. de apparentiis coloribus a polaritate luminis pendentibus in Comment. Societ. Reg. Goett. ad ann. 1814–1815. Annales de chemie et de physique Tom. III. 1816. p. 386. sqq.

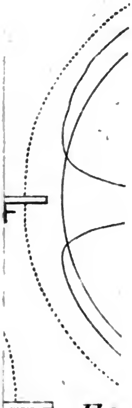
Digitized by Google

F.2.

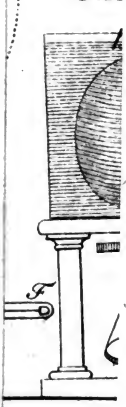


F.9.





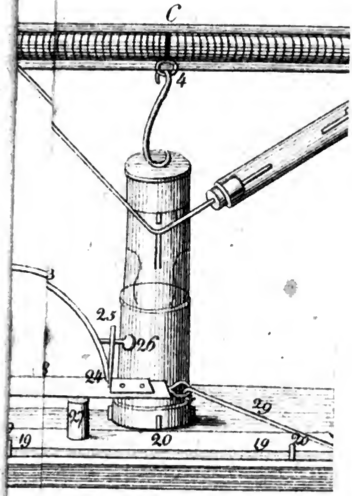
F.1



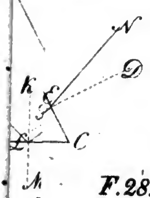
Digitized by Google

Digitized by Google

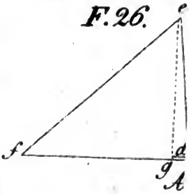
F. 20.



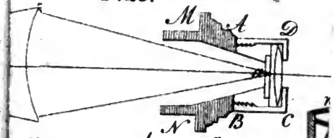
F. 25.



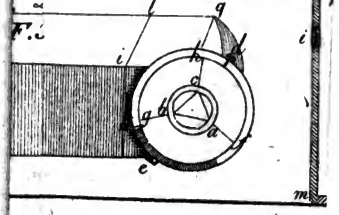
F. 26.



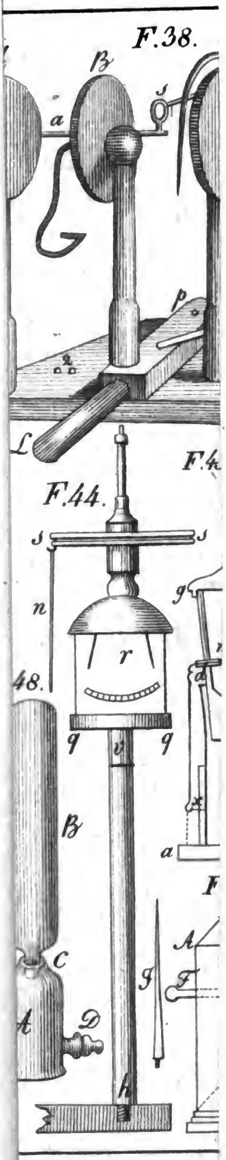
F. 28.



F.



Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google